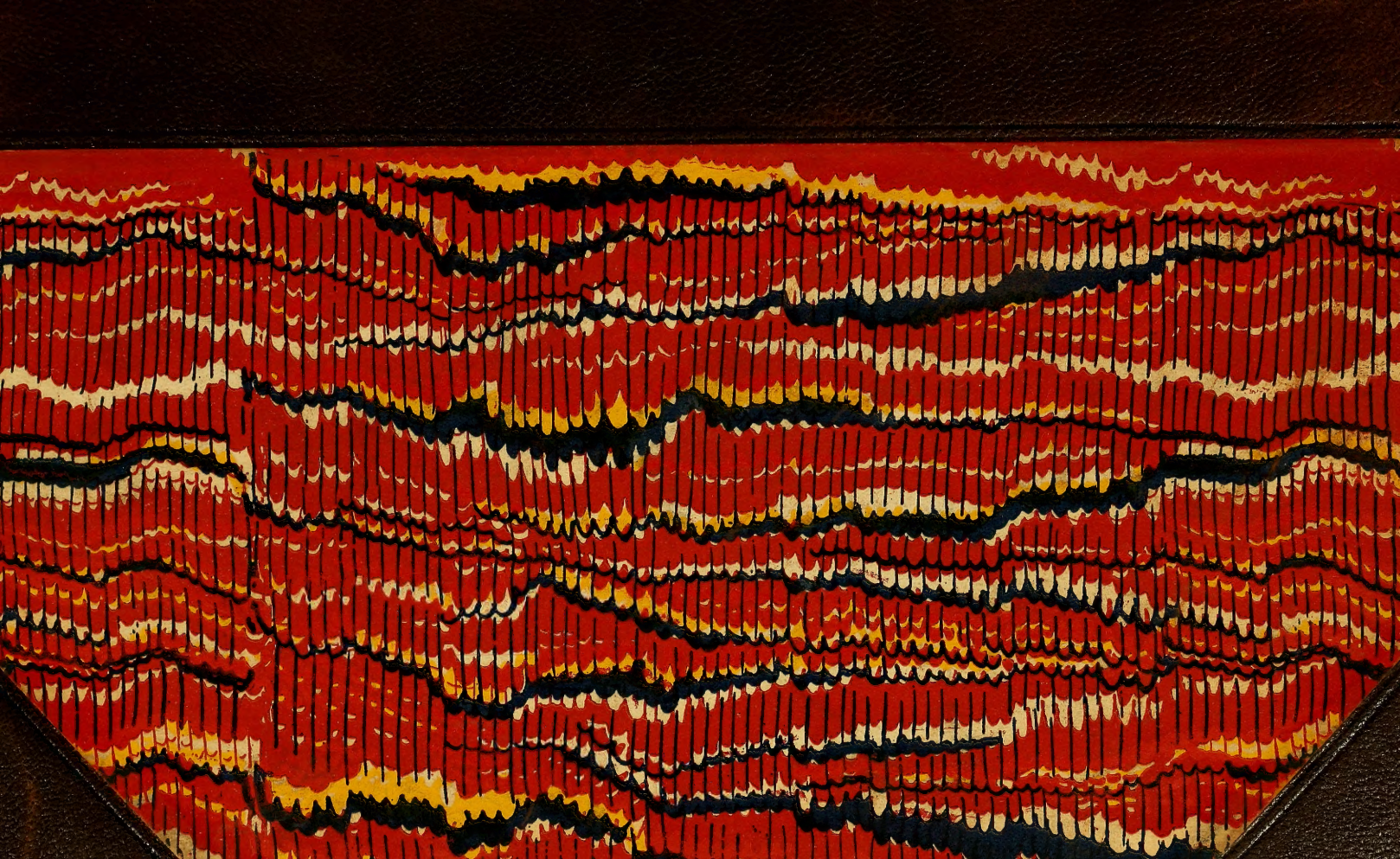
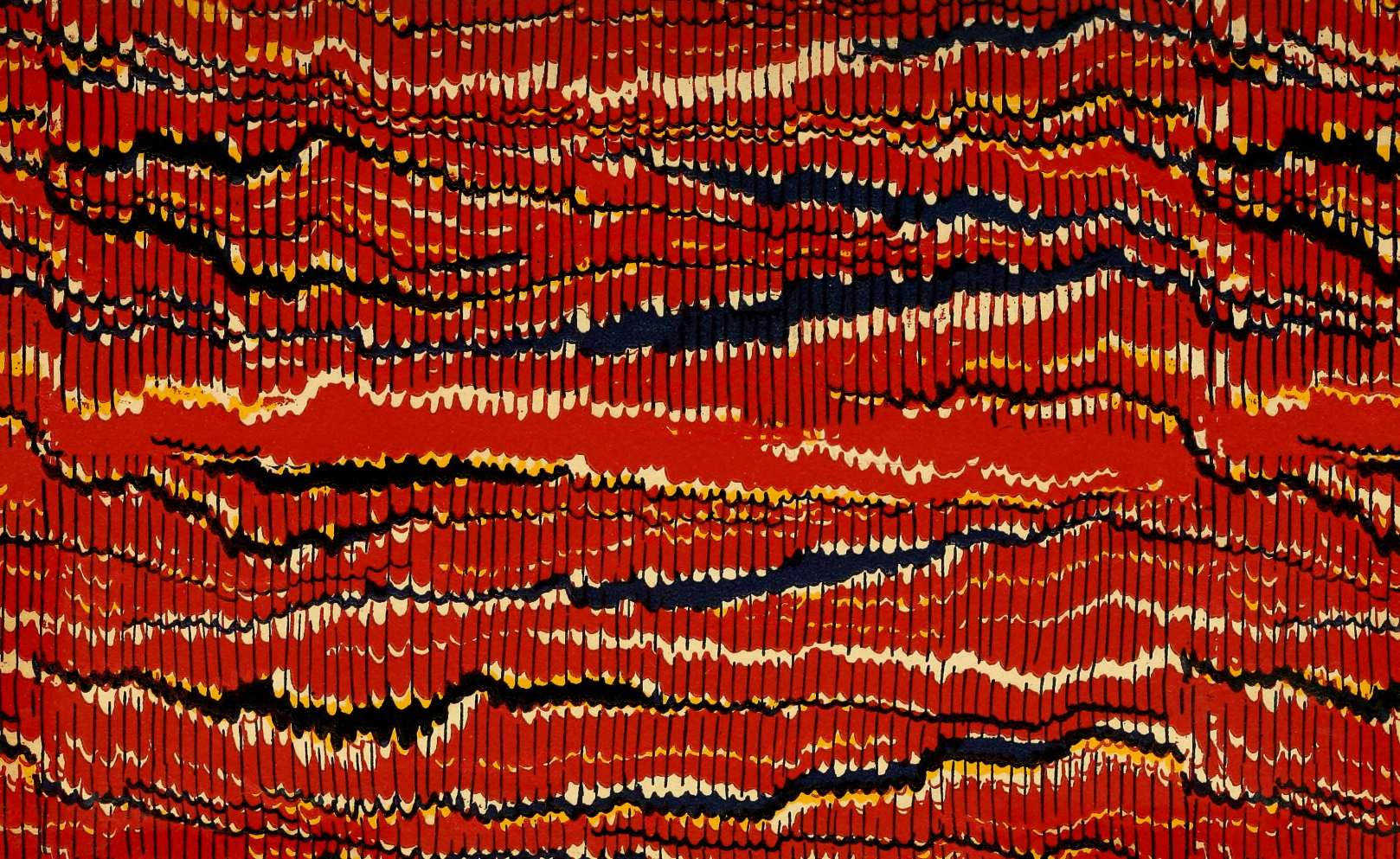




Pat. 4
7
78996
Smith
24

MATHEMATISCHE
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHE
BERICHTE AUS UNGARN.

MIT UNTERSTÜTZUNG
DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER
KÖNIGLICH UNGARISCHEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT

HERAUSGEGEBEN VON

ROLAND BARON EÖTVÖS, JULIUS KÖNIG, KARL VON THAN.

REDIGIERT VON

JOSEF KÜRSCHÁK UND FRANZ SCHAFARZIK,
MITGLIEDER DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

EINUNDZWANZIGSTER BAND.

1903.

MIT 4 TAFELN UND 55 FIGUREN IM TEXT.

TRANSFERRED
BUREAU OF
AMERICAN ETHNOLOGY.
1908
LIBRARY.

LEIPZIG,
DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER.
1907.

[IN WIEN BEI KARL GRAESER & KIE.]

SMITHSONIAN
NATIONAL MUSEUM
204991

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin.

Bolyai de Bolya, Ioannes, Appendix scientiam spatii absolute veram exhibens, a veritate aut falsitate axiomatis XI. Euclidei, a priori haud unquam decidenda, independentem, adiecta ad casum falsitatis quadratura circuli geometrica. Editio nova oblata ab Academia Scientiarum Hungarica ad diem natalem centesimum auctoris concelebrandum. Ediderunt Iosephus Kürschák, Mauritius Réthy, Béla Tötössy de Zepethnek, Academiae Scientiarum Hungaricae sodales. [VII, 40 S. u. 7 Tafeln.] 4. 1903. geh. *M.* 4.—

[———] Libellus post saeculum quam Ioannes Bolyai de Bolya anno MDCCCII a. d. XVIII kalendas Ianuarias Claudiopoli natus est, ad celebrandam memoriam eius immortalem, ex consilio ordinis Mathematicorum et Naturae scrutatorum Regiae Litterarum Universitatis Hungaricae Francisco-Iosephinae Claudiopolitanae editus. Mit 1 Faksimile. [XV u. 154 S.] 4. 1902. geh. *M.* 6.—

Wolfgangi Bolyai de Bolya, Tentamen iuventutem studiosam in elementa matheseos purae elementaris ac sublimioris methodo intuitiva evidentiaque huic propria introducendi, cum appendice triplici. Editio secunda. Tomus I: Conspectus arithmeticae generalis. Mandato Academiae Scientiarum Hungaricae suis adnotationibus adiectis ediderunt Iulius König et Mauritius Réthy, Academiae Scientiarum Hungaricae sodales. Mit dem Bildnis des Verfassers und 11 lithographierten Tafeln. [XII u. 679 S.] 4. 1897. In Halbkalbleder geb. *M.* 40.—

——— ——— Tomus II: Elementa geometricae et appendices. Mandato Academiae Scientarum Hungaricae suis adnotationibus adiectis ediderunt Iosephus Kürschák, Mauritius Réthy, Béla Tötössy de Zepethnek, Academiae Scientiarum Hungariae sodales. Pars prima: Textus. [LXIII u. 437 S.] Pars secunda: Figurae. [LXXV u. VII tabulae.] 4. 1904. In Halbkalbleder geb. zusammen *M.* 40.—

Briefwechsel zwischen Carl Friedrich Gauß und Wolfgang Bolyai. Mit Unterstützung der Königl. Ungarischen Akademie der Wissenschaften herausgegeben von Franz Schmidt und Paul Stäckel. [XVI u. 208 S.] 4. 1899. In Halbkalbleder geb. *M.* 16.—

MATHEMATISCHE
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHE
BERICHTE AUS UNGARN.

MIT UNTERSTÜTZUNG
DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER
KÖNIGLICH UNGARISCHEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT

HERAUSGEGEBEN VON

ROLAND BARON EÖTVÖS, JULIUS KÖNIG, KARL VON THAN.

REDIGIERT VON

JOSEF KÜRSCHÁK UND FRANZ SCHAFARZIK,
MITGLIEDER DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

EINUNDZWANZIGSTER BAND.

1903.

MIT 4 TAFELN UND 55 FIGUREN IM TEXT.

BUREAU OF
AMERICAN ETHNOLOGY
1908
LIBRARY.

LEIPZIG,
DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER.
1907.

[IN WIEN BEI KARL GRAESER & KIE.]

ALLE RECHTE,
EINSCHLIESSLICH DES ÜBERSETZUNGSRECHTS, VORBEHALTEN.

INHALT DES XXI. BANDES.

Abhandlungen.

Seite

1. Alexander v. Kalecsinszky, Über die Akkumulation der Sonnenwärme in den verschiedenen Flüssigkeiten 1
2. Moritz v. Hoor, Über Nachwirkungserscheinungen in dielektrischen Körpern 24
3. Anton Kerndl, Beiträge zur graphischen Theorie der Gelenkträger mit elastisch unbestimmten Auflagedrücken 60
4. Géza Entz sen., Über einige patagonische Protozoen 84
5. Jenő Bernátsky, Morphologische Beurteilung des Ruscus-Phyllocladiums auf anatomischer Grundlage 113
6. Franz Herzog, Untersuchungen über die Histologie und Entwicklung der männlichen Harnröhre 119
7. Jenő Cholnoky, Über die täglichen Temperaturänderungen des Sandes bei Deliblát 126
8. Julius Szakáll, Das Gehörorgan der ungarischen Blindmaus (Spalax hungaricus Nbrg.) 135
9. Isidor Fröhlich, Experimentelle Darstellung der Gesetze der Interferenz polarisierten Lichtes 159

Sitzungsberichte.

I. Der III. (mathematisch-naturwissenschaftlichen) Klasse der ungarischen Akademie der Wissenschaften 226

II. Der Königl. Ungar. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft 229

A) Fachsektion für Zoologie 229

B) Fachsektion für Botanik 241

C) Fachsektion für Chemie und Mineralogie 251

D) Fachsektion für Physiologie 257

E) Populäre Abendvorlesungen 269

F) Populäre Kurse 269

Seite

Bericht über die Tätigkeit, den Vermögensstand u. a.

der ungarischen Akademie der Wissenschaften und der Königl. Ungar. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft.

I. Ungarische Akademie der Wissenschaften 270
II. Königl. Ungarische Naturwissenschaftliche Gesellschaft 278

Bücherschau.

Julius König, Az algebrai mennyiségek általános elméletének alapvonalai (Einleitung in die allgemeine Theorie der algebraischen Größen) 280

Repertorium

der ungarischen mathematischen und naturwissenschaftlichen Zeitschriften und Jahrbücher 284

NAMENREGISTER.*

Abonyi, A., Über den Darmkanal der Honigbiene (Apis mellifica L.) 232*.

Aigner-Abafi, L. v., Monographie der Tagfalter Ungarns 231*. — Eine neue Depressaria-Art 235*.

Alexander, B., Beiträge zur Kenntnis der knorpeligen Wirbel 229*.

Árkövy, J., Die Bedeutung des Diverticulum Tomes-Zsigmondyi, des Cingulum an den oberen lateralen Schneidezähnen und des Foramen coecum molarium (Milleri) in phylogenetischer Beziehung 228*.

Auer, H., Über die Anwendung der Temperaturerniedrigung zur technischen Trennung von Salzgemischen in Lösungen 256*.

Augustin, B., Über den Öffnungsmechanismus der Antheren bei den Solanaceen 245*.

Bálint, A., Kritik des ersten Teiles der Allgemeinen Entwicklungsgeschichte von J. Perényi 230*.

Balló, M., Geschichte und Einrichtung der chemischen Untersuchung und Lebensmittelprüfungsanstalt von Budapest 256*.

Bartal, K., Vorkommen von Schoenus ferrugineus L. im Szepeser Komitat 243*. — Beiträge zur Kenntnis der Vegetation des Baba-Gebirgsstockes in den Karpaten 247*.

Bernátsky, E., Morphologische Beurteilung des Ruscus-Phyllocladiums auf anatomischer Grundlage 113, 227*. — Zur Frage des Ruscus-Phyllocladiums 249*.

Biró, L., Steinzeitliches Leben in der Gegenwart 269.

Borbás, V. v., Eine teratologisch entwickelte Kartoffel 250*.

Bugárszky, St., Eine neue Methode zur quantitativen Bestimmung des Aethylalkohols 229*.

Cholnoky, J., Über die täglichen Temperaturänderungen des Sandes bei Deliblát 126.

Csiki, E., Geschichte der ungarischen Malakologie 230*. — Prachtkäfer des Ungarischen Reiches 231*. — Eine neue ungarische Käferart Psyllodes Wachsmanni, Csiki 232*. — Die Histeriden Ungarns 233*. — Die historische Entwicklung des Systems der Coleopteren 239*.

* Die mit * bezeichneten Seitenzahlen beziehen sich auf eine Erwähnung oder kurze Besprechung in den Sitzungsberichten.

Csorba, G., Über die zweifachen Partitionen 228*.

Daday, E., Mikroskopische Tiere aus den Süßwässern von Turkestan 228*.
Daniel, J., Kollektion von Baumstämmen aus Paraguay 245*. — Neuerdings eingetroffene Schenkungen 251*.
Degen, Á. v., Vorlage im Interesse der botanischen Nomenklatur 247*. — Sammlung der ungarischen Gramineen 247*.
Donáth, J., Die Bedeutung des Cholins bei Epilepsie. Beiträge zur Chemie der Cerebrospinalflüssigkeit 257*.

Entz sen., G., Über einige patagonische Protozoen 84. — Das Ableben J. V. Carus' 234*. — Das von dem Freiburger Professor Hildebrandt erschienene Werk „Ähnlichkeiten im Pflanzenreich" 235*. — Das Ableben Stefan Lengyels 235*. — Rückblick auf die hervorragenderen Momente im 13jährigen Leben der Zoologischen Sektion 236*. — Die Farbe der Tiere und die Mimicry 240*.
Eötvös, Br. R. v., Über Gravitation und Erdmagnetismus 269*. — Unveränderliche Maßeinheiten (Eröffnungsrede der feierlichen Jahresversammlung der Ungar. Akademie der Wissenschaften) 270*.
Ernyey, J., Slavische Beiträge in der ungarischen botanischen Literatur 245*.

Farkas, G., Zur Methodik der elektrometrischen Messung der Reaktion des Blutserums 261*.
Farkas, G., und Scipiades, E., Über die molekularen Konzentrationsverhältnisse des Blutserums und Fruchtwassers bei Schwangeren 228*, 265*.
Fenyő, B., Pflanzenphysiologische Wirkung des Kupfervitriols 248*.
Fialowski, L., Der von Wagner ins Ungarische übertragene, von Mágocsy-Dietz revidierte Pflanzenatlas 245*. — A. Lehrs ungarische Übersetzung des Gedichtes „Armensünderblume" von Heine 249*.
Frischauf, J., Die Kubatur des Tetraeders in der absoluten Geometrie 227*.
Fröhlich, I., Experimentelle Darstellung der Gesetze der Interferenz polarisierten Lichtes 159.

Gabnay, F. v., Roßkastanienbaum mit abnormal spät abfallenden Früchten 250*.
Gombocz, E., Die erste ungarische Pflanzenenumeration von Deccard 243*.
Gorka, A. v., Giftige Raupenhaare 233*.
Győrffy, J., Volkstümliche Offizinalpflanzen 250*.

Halász, A., Beiträge zur Kenntnis der bei Diabetes auffindbaren Veränderung der Pancreas 267*.
Herczog, F., Untersuchungen über Histologie und Entwicklung der männlichen Harnröhre 119. — Daten zur Kenntnis der Urethra 228*.
Högyes, A., Bericht über die Tätigkeit des Budapester Pasteur-Institutes im Jahre 1902 228*. — Das Verhältnis zwischen dem häutigen Labyrinth und den assoziierten Körper- und Augenbewegungen 258*.
Hollós, L., Zwei neue Lycoperdon-Arten 241*. — Die Hypogaeen des Nógráder Komitates 241*. — Geasteropsis nov. gen. 245*.

Hoor, M. v., Über die Nachwirkungserscheinungen in dielektrischen Körpern 25.

Horváth, G. v., Die Hemipteren-Fauna Serbiens 227*. — Mimicryerscheinungen bei den Hemipteren Ungarns 237*.

Istvánffi, J., Über die Lebensfähigkeit der Botrytis-, Monilia- und Coniothyriumsporen 226*. — Über das gleichzeitige Erscheinen von Ithyphallus impudicus und Coepophagus echinopus in den ungarischen Weingärten 227*. — Coniothyrium Diplodiella, White rot des Weinstockes 242*. — Neue Rebenschädlinge in Ungarn 243*. — Grundlegende Versuche zur Bekämpfung von Botrytis und Monilia 244. — Beiträge zur Kenntnis der Wurzelpilze des Weinstockes 245*. — Über die Sclerotien von Botrytis cinerea auf Weinbeeren 246*.

Javorka, S., Neuere Standortsangaben von 30 Phanerogamen aus Ungarn 246*. — Beiträge zur Kenntnis der Flora des Piliser Gebirges 251*.

Jendrassik, E., Die Grundsätze der Bewegungseinrichtungen des Organismus mit Berücksichtigung der Funktion der einzelnen Muskeln 228*, 264*. — Weitere Beiträge zum Studium des Ganges 268*.

Justus, J., Weitere Forschungen über den physiologischen Jodgehalt der Zellen 267*.

Kalecsinszky, A. v., Über die Akkumulation der Sonnenwärme in verschiedenen Flüssigkeiten 1, 229*.

Kertész, K., Eine südamerikanische Dipterenart (Tachinisca cyanei ventris n. sp. 9) 232*.

Kherndl, A., Beiträge zur graphischen Theorie der Gelenkträger mit elastisch unbestimmten Auflagedrücken 60.

Klein, J., Ableben des Kanzleidirektors der Gesellschaft J. Lengyel 247*. — Verlauf des Pfingstausfluges der botanischen Sektion nach Selmeczbánya 247*.

Klug, F., Der Einfluß des Blutdruckes und der Temperatur auf das Herz 228*. — Phantom für den Blutkreislauf 257*. — Zwei Blutkreislaufphantome 265*.

Koch, A., Die fossilen Fische des Beocsiner Zementmergels 226*.

Konek, F., Eine neue Methode zur schnellen Bestimmung des Schwefels 227*.

Kosutány, T., Daten zur Kenntnis des Weizenmehles und Weizenklebers 226*.

Kovács, L., Chemische Eigenschaften, physiologische Rolle und Entstehung des Anthokyans 248*.

König, J., Einleitung in die allgemeine Theorie der algebraischen Größen 227*, 280.

Körössy, K. v., Die Resorption in der Peritonealhöhle 263*.

Körössy, K., Lobmayer, G. und Róth-Schultz, W., Zur Physiologie der Aufsaugung 228*.

Kövesligethy, R. v., Referat über den II. internationalen seismographischen Kongreß 229*. — Aus der Astronomie 269*.

Krompacher, E., Untersuchungen über die gegenseitige Beziehung der Oberhaut, des Endothel und des Bindegewebes 229*, 269*.

Kümmerle, J., Die Botanische Abteilung des Ungarischen Nationalmuseums 241*. — Ein neuer Stand-

ort von Waldsteinia trifolia Rochel 248*.
Kürschák, J., Bemerkungen zur allgemeinen Eliminationstheorie 226*.

László, E., Über den Weinfaktor 254*.
Lengyel, B., Hypenantron fragrans Balb. in Ungarn 245*. — Ein Brief Kitaibels an Samuel Diószegi 251*. — Präparate von Claviceps purpurea 251*. — Triticum dicoccum-Körner aus ägyptischen Gräbern 251*.
Lengyel, B., Über einige Grundbegriffe und Gesetze der Chemie 269*.
Lenhossék, M., Beitrag zur Technik des anatomischen Unterrichts 259*.
Lobmayer, G., Körössy, K., und Roth-Schultz, W., Zur Physiologie der Aufsaugung 228*.
Loczka, J., Über die chemische Analyse des Lorandites und Claudetites von Szomolnok 254*.
Lósy, J., Über die Entwicklung und den biologischen Wert des Geweihes 229*.

Marek, J., Neuere Untersuchungen über die Zeugungslähmung (Polyneuritis) der Pferde 264*.
Marikoszky, G., Neuere Daten zur Lehre vom Labyrinthreflex 226*.
Mauritz, B., Neuere Daten über den Pyrit von Porkura 228*.
Méhely, L. v., Die Frühlingstierwelt der Sandwüste von Deliblát 236*. — Lacerta mosoriensis in ihrem phylogenetischen Zusammenhang 237*.
Melczer, G., Über den Aragonit von Úrvölgy 227*. — Symmetrie und Achsenverhältnis beim Hämatit 253*.
Mocsáry, A., Über die Erdbienen (Bombus) 239*.

Némai, J., Einige Eigenheiten der ungarischen Aussprache 261*.
Neumann, S., Mineralwasseranalysen 255*.
Nuricsán, J., Analyse der Ludwigsquelle von Abány-Tihany 254*. — Über die Bestimmung von Jod und Brom 256*.

Oláh, D., Einfluß der Elektrizität auf die Vegetation 245*.
Ónodi, A , Das Verhältnis der Nebenhöhlen der Nase zu Kanälen der Sehnerven 227*. — Beiträge zur Kenntnis der Stirnhöhle 227*. — Offene Fragen in der Anatomie und Physiologie der Kehlkopfnerven 259*.
Ordódy, L., Textilerzeugnisse aus den Fasern ungarischer Pflanzen 248*.

Papp, D., Beiträge zur Kenntnis der Anatomie des Irisblattes 241*.
Pertik, O., Über die Struktur der Markhülle 258*.
Péterfi, M., Bryologische Mitteilungen 247*.
Preisz, H., Beiträge zur Physiologie und Morphologie des Anthraxbazillus (mit besonderer Berücksichtigung der Sporenbildung) 260*.
Preuss, E., Über den modernen Stand der Holzdestillation 252*.

Rátz, St., Über eine neue Gattung der Trematoden 227*. — Das Vorkommen von Bothriocephalus latus in Ungarn 234*. — Dimorphismus der Fadenwürmer 238*.
Réthy, M., Über das Prinzip der Aktion und über die Klasse mechanischer Prinzipien, der es angehört 226*. — Das Ostwaldsche Prinzip in der Mechanik 228*. — Das Ostwaldsche Prinzip vom Energieumsatze 228*.
Riegler, G., Die chemischen Haupt-

bestandteile und die durch verschiedene Tiefen bedingten Temperaturschwankungen der Siebenbürger Salzseen 251*.

Róth, R., Vergleichende Anatomie des Blattes der ungarischen Ericaceen 241*.

Roth-Schulz, W., Diffusion durch Membranen und Resorption 262*.

Roth-Schultz, W., Körössy, K. und Lobmayer, G., Zur Physiologie der Aufsaugung 228*.

Schaffer, K., Über die pathologische Histologie der Tay-Sachsschen Erkrankung 268*.

Scherffel, A., Neuere Beiträge zur Kenntnis der niederen Organismen Ungarns 249*.

Schilberszky, K., Über die numerischen Schwankungen der Bestandteile der Blume 228*. — Neuere teratologische Fälle 242*. — Pharmazeutisch-botanisches Lehrbuch 243*. — Programm des Pfingstausfluges der botanischen Sektion 247*. — Über einen eigentümlichen Fall der Fasziation der Weinrebe 248*. — Ein Wallnußbaum (Juglans regia), der niemals männliche Blütenkätzchen anlegte, aber reichlich Nüsse brachte 250*. — Teratologisch ausgebildete Mohnkapseln und Birnen 251*.

Schulek, W., Apparate zur Demonstration der gemeinsamen Funktion des Augenpaares 228*.

Schuller, A., Destillation in luftleeren Quarzgefäßen 228*.

Schwalm, A., Die See-Fledermaus (Myotis dasycneme Boie) in Ungarn 239*.

Scipiades, E. und Farkas, G., Über die molekularen Konzentrationsverhältnisse des Blutserums und des Fruchtwassers bei Schwangeren usw. 228*, 265*.

Sigmond, E., Düngewirkung der verschiedenen Stickstofformen 252*. — Beiträge zur Bestimmung der in natronhaltigen Böden vorkommenden schädlichen Salze 253*.

Simonkai, L., Die im Königreich Ungarn vorkommenden Pulmonaria-Arten und Varietäten nebst ihren wichtigen Lebenserscheinungen 247*. — Weitere Beiträge zur Kenntnis der Vegetation von Budapest und Umgebung 249*.

Szabó, Z., Eine blühende Agave attenuata im Botanischen Garten der Universität in Budapest 242*. — Phyllosticta sabalicola n. sp. 246*

Szakáll, J., Das Gehörorgan der ungarischen Blindmaus (Spalax hungaricus Nbrg) 135.

Szilágyi, J., Beiträge zur Kenntnis der Weine Ungarns und zur chemischen Zusammensetzung ihrer Asche 255*.

Szili, A., Eine sehr eigentümliche Veränderung der menschlichen Linse 259*.

Szily, P., Die Anwendung der Indikation bei der Bestimmung der Reaktion tierischer Flüssigkeiten 262*.

Tellyesniczky, K. v., Teilung durch Reduktion. Centrosomen 257*.

Thaisz, L., Beiträge zur Kenntnis der Flora des Csongrader Komitates 242*. — Bulbocodium ruthenicum Bunge 244*. — Ein farnwedelförmiges Blatt der Roßkastanie 249*. — Über das Vorkommen der Euphorbia humifusa Willd und E. Chamaesyce im siebenbürgischen Teile Ungarns 249*.

Than, K. v., Über Kohlenmonosulfid 227*, 254*.
Toborffy, J., Über den Chalcopyrit von Pulacago 228*.
Tuzson, J., Über die Zersetzung und Konservierung des Buchenholzes 243*.
— Über den spiralen Bau der Zellwände in den Markstrahlen 248*.

Vajdafy, A., Über die Bestimmung des Kalkes und der Magnesia in Kesselspeisewässern 253*.
Vámossy, Z., Über die Fähigkeit der Leber zur Zurückhaltung von Giften 229*.

Wallner, J., Enumeration der Phanerogamen und Kryptogamenflora von Sopron 249*.
Weiser, S., Über das Avenin 255*.
Wiener, M., Die Entwicklung der Zuckerindustrie in Ungarn 252*.
Wittmann, F., Objektive Darstellung des Stromes der Leydener Flasche 228*.

1.

ÜBER DIE AKKUMULATION DER SONNENWÄRME IN VERSCHIEDENEN FLÜSSIGKEITEN.

Antrittsvortrag von ALEXANDER v. KALECSINSZKY, korr. Mitglied der Akademie der Wissenschaften.

Vorgelegt der ungar. Akademie der Wissenschaften in der Sitzung am 14. Dez. 1903.

Aus „Mathematikai és Természettudományi Értesítö“ (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Anzeiger der Akademie) Bd. XXII p. 29—53.

In meiner in der Oktobersitzung 1901 der III. Klasse der ungarischen Akademie der Wissenschaften vorgelegten Arbeit* gelangte ich betreffs meiner Untersuchungen an den Salzseen von Szováta zu folgenden Ergebnissen:

1. daß die in einer gewissen Tiefe unter der Oberfläche zwischen zwei kälteren Schichten befindliche und mehrere Meter mächtige heiß-warme Schicht der Szovátaer Salzseen ihre Wärme nur von der Sonne erhalten kann;

2. daß sich sowohl der natürliche als auch der künstlich hergestellte Salzsee nur dann in höherem Maße zu erwärmen vermag, wenn die Oberfläche mit einer Süß- oder diluierten Salzwasserschicht bedeckt ist;

---

* Über die ungarischen warmen und heißen Kochsalzseen als natürliche Wärmeakkumulatoren, sowie über die Herstellung von warmen Salzseen und Wärmeakkumulatoren. Földtani Közlöny, Bd. XXXI, 1901. — Im Auszuge, Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn Bd. XIX pp. 51—54.

3. daß solche Salzseen, nachdem sie die Sonnenwärme bis zu 70° C. und darüber aufspeichern und diese Wärme ziemlich andauernd festhalten — der Medve-See zeigt sogar im Winter unter dem Eise 30—32° C. — als Wärmeakkumulatoren betrachtet werden müssen.

Im darauffolgenden Jahre (1902) erstreckte ich meine Untersuchungen auch auf das Salzwasser des nächst Szováta gelegenen Korond.

Die Sole von Korond weist von der Szovátaer völlig abweichende Eigenschaften auf. Sie ist nicht so konzentriert wie das Wasser der Quellen von Szováta; ihr spezifisches Gewicht beträgt 1,066—1,135, und der Kochsalzgehalt schwankt zwischen 9—18 %; außerdem enthält dieselbe größere Quantitäten von kohlensauren Salzen, namentlich kohlensauren Kalk, ferner auch Kohlendioxyd und schwefelhaltige Gase. Der Gehalt an kohlensaurem Kalke ist ein so großer, daß sich in der Nähe der Quellen Aragonitanhäufungen bilden* und sich — wird das Wasser in offenen Kanälen geleitet — dieselben alsbald mit dem abgesetzten Salze überziehen.

Als ich dieses Salzwasser in Holzfässern, die in die Erde gegraben waren, gesammelt und auf die Oberfläche vorsichtig Süßwasser gegossen hatte, erwärmte sich dasselbe bei Sonnenschein schon nach einigen Stunden im Innern um 3—4° C. mehr als an der Oberfläche oder als das in einem andern Behälter befindliche reine Wasser.

Einen ähnlichen Versuch stellte ich auch im größeren sog. kalten Salzbade von Korond an. Leitete ich auf die Oberfläche desselben Süßwasser, so zeigte auch dieses in den tieferen Schichten ein Steigen der Temperatur um 2—3° C., obzwar das Wetter nicht günstig war und der Wasserspiegel infolge des Holzgebäudes nur zum Teile von der Sonne beschienen wurde.

Die mit dem Koronder Salzwasser vorgenommenen Unter-

---

* Diese Quellen werden hierdurch allmählich verstopft, und das Wasser tritt dann an anderer Stelle zu Tage. Durch eine Durchbohrung oder stellenweise Sprengung des Arragonits könnte der Wasserreichtum gewiß in erheblichem Maße gesteigert werden.

suchungen bekräftigen also meine an den Salzseen von Szováta erzielten Resultate in jeder Hinsicht.

In meiner oben erwähnten Arbeit gab ich der Überzeugung Ausdruck, daß die Aufspeicherung der Sonnenwärme — unter ähnlichen Verhältnissen — außer in der Kochsalzlösung auch in anderen Lösungen und Flüssigkeiten möglich ist.

Diesbezüglich stellte ich im Laufe des Sommers 1903 mit verschiedenen Salzlösungen und anderen Flüssigkeiten in kleinerem Maßstabe vergleichende Versuche an.

Ich ließ im Garten der königl. ungarischen Geologischen Anstalt zu Budapest an sonnenbeschienener Stelle Holzfässer von ca. 200 l Inhalt eingraben, deren Durchmesser 50 cm und deren Höhe ca. 78 cm betrug. Die reinen Fässer wurden bis zur Marke mit Leitungswasser gefüllt. Im Fasse I wurde zum Vergleiche reines Wasser gelassen, in den übrigen aber je ca. 60 kg der verschiedenen Salze gelöst und zwar im Fasse II Bittersalz ($MgSO_4$), im Fasse III Glauberzalz (Na_2SO_4), im Fasse IV Salmiak ($[H_4N]Cl$) und im Fasse V Soda (Na_2CO_3).

In den Fässern II, III, IV und V wurde auf die Oberfläche der Salzlösungen vorsichtig ca. 10 cm Trinkwasser gegossen, das nach dem Verdunsten mit entsprechender Vorsicht erneuert wurde. Die Temperatur der sonnenbeschienenen Flüssigkeiten wurde in verschiedenen Tiefen, namentlich an der Oberfläche, ferner 15, 40 und 75 cm unter derselben in der Regel nachmittags 1 Uhr abgelesen.

Das Messen der Temperatur erfolgte in der einfachen Weise, daß an Holzleisten mit der entsprechenden Flüssigkeit gefüllte Glasflaschen von 200 ccm Inhalt in jedem Fasse befestigt wurden, die in die erwähnten Tiefen hinabreichten und in deren jeder sich ein Glasthermometer befand. Diese Thermometer waren beständig in den Fässern und nahmen somit die Temperatur der Lösung an, wodurch ein rasches Ablesen der in den verschiedenen Tiefen herrschenden Temperaturen durch Emporhebung der Leiste zu jeder Zeit möglich war.

Die folgenden Tabellen enthalten die Daten der an den verschiedenen Lösungen in den Monaten Mai, Juni, Juli und August 1903 erfolgten Beobachtungen, während deren Dauer zumeist abnorm kühles und bewölktes Wetter vorherrschte.

I.

Wasser.

Datum 1903	t^0 C. an der Oberfläche	t^0 C. 15 cm unter der Oberfläche	t^0 C. 40 cm unter der Oberfläche	t^0 C. 75 cm unter der Oberfläche	Lufttemperatur im Schatten nachm. 1^h	Bemerkungen
16. Mai	18	18	17	16		
18. „	15	15	15	14	11	Kalt, stürmisch, ganz bewölkt.
19. „	13	13	13	13	12	
20. „	15	15	13,3	12	19	Halb bewölkt, windig.
22. „	21	18,5	16	15,7	21	Starker Wind, kühl.
23. „	19	18	16	16	21	Windig, 2—3 bewölkt.
24. „	19	19	17	16,5	20	„ „ „
25. „	17,5	17,5	16,5	16	22	„ „ „
27. „	21	19	17,3	17	23	
28. „	25	21	19	18	26	Halb bewölkt nachm. und nachts Regen und Sturm.
29. „	21	20	18,5	18	23	
31. „		18	17,8	17,4		
1. Juni		20,8	18,8	18		
3. „	25	23	20	19	27	Nachm. 1^h sonnig, warm.
3. „	25	25	20,5	19		Nachm. 5^h ganz bewölkt.
4. „	26	22,3	20,8	19		Bewölkt, regnerisch, kühl.
7. „	22	22	20	19		
9. „	25	22	20	18,8		
16. Juli	26	24	22	21		
17. „	25	25	23	21		
18. „	26	26	23	21,8		
20. „	28	28	25	23		
25. „	25	24,8	21	20,5		
27. „	25	24	21,5	20,3		
29. „	25	24,8	21	20,5		
30. „	25	24,5	21,3	20,3		
2. Aug.	24	23	21,5	20,3		
10. „	24,3	24,5	20,5	19,5		
11. „	23	23,3	20,8	20		
13. „	26	26	21,8	21		
14. „	26	26	21,8	21		
16. „	26,3	26	21,8	21		
29. „	22,8	22,8	19,3	19		

II.

$MgSO_4$-Lösung (spez. Gew. = 1,1470), darüber eine ca. 10 cm dicke Wasserschicht.

Datum 1903	t^0 C. an der Oberfläche	t^0 C. 15 cm	t^0 C. 40 cm	t^0 C. 75 cm	Bemerkungen
		unter der Oberfläche			
18. Mai	11	18,5	18,5	16	
19. „	11	16,5	17	16	
20. „	16	17,6	16,8	16	
22. „	21	21,7	19	17	
23. „	19	21	19,5	17	
24. „	19	22,2	20	17,5	
25. „	18	20	19,7	17,7	
27. „	22	21	20	17	Die obere Wasserschicht war allmählich verdunstet und wurde nicht erneuert, infolgedessen die Erwärmung an der Oberfläche am größten war.
28. „	26	23,4	21	18,5	
29. „	21	22	21	18,4	
3. Juni	25	25	21,7	19	
3. „	25	25,3	22	19	
4. „	27	24,8	22	19	
7. „	26	27	23	20	
16. Juli	25	27	24	21	
17. „	24	27	24,3	21,5	
18. „	25	31	25	22	
20. „	28	31	26	23	
25. „	25	28	23	21,8	
27. „	25	28	23	21,8	
29. „	25	28	23	21,5	
30. „	25	27	22	21,5	
2. Aug.	24	26	22	21	
10. „	24	29	22	20,5	
11. „	23	28	22	21	
13. „	26,5	28,8	23	21	
14. „	27,8	29,5	23,3	21,8	
16. „	28	29	23,8	22	
29. „	23	25	22,3	21,5	

Aus Tabelle I—V erhellt, daß sich das reine Süßwasser infolge der Insolation in der Weise erwärmt, daß die Oberfläche am wärmsten wird und von da an die Temperatur nach unten zu fortwährend fällt. Die Maximaltemperatur überschritt 30° C. nicht.

Die konzentrierten Lösungen des Bittersalzes, Glaubersalzes, des Salmiak und Soda hingegen erwärmen sich, wenn sie eine Süßwasserschicht bedeckt, durch die Sonne in abweichender Weise.

III.

Na_2SO_4-Lösung (spez. Gew. = 1,063), darüber eine ca. 10 cm dicke Wasserschicht.

Datum 1903	t^0 C. an der Oberfläche	t^0 C. 15 cm	t^0 C. 40 cm	t^0 C. 75 cm	Bemerkungen
		unter der Oberfläche			
18. Mai	11	17	18	16	
19. „	11	14	17	16	
20. „	16	16	17	16,2	
23. „	19	20	19	16,5	
24. „	19	21,8	19,5	17	
25. „	17,5	19,3	19,5	17	
27. „	22	21	19,3	17,1	Die obere Wasserschicht war verdunstet und wurde nicht erneuert.
28. „	26	23,5	20,5	17,8	
3. Juni	27	25	21	18,5	
4. „	29	24,8	21,8	18,8	
7. „	29	27,8	21	19,5	
16. Juli	25	26,7	24	21	
17. „	25	25,5	24	21	
18. „	25	27	24,8	22	
20. „	28,5	29,3	27	23	
29. „	25	27	22	21	
30. „	25	26	22	21	
2. Aug.	24	25	22	21	
10. „	24	28,3	22	20,3	
11. „	23	27	22,8	21	
13. „	26,5	28	23	21	
14. „	27	28	23,8	21,8	
16. „	28	28,5	24	22	
29. „	23	25,8	23,5	22	

Hier treffen wir die höchste Temperatur nicht an der Oberfläche, sondern unter derselben, nahe jenem Punkte an, wo sich Süßwasserschicht und konzentriertere Lösungen berühren, ähnlich wie z. B. bei den warmen Salzseen von Szováta. Gleichzeitig wurde auch beobachtet, daß sich die Salzlösungen, wenn die Süßwasser-

schicht verdunstet war und nicht ersetzt wurde, ganz auf dieselbe Art erwärmten wie das Süßwasser und daß sich ein Steigen der Temperatur in tieferen Schichten erst nach vorsichtigem Erneuern

IV.

$(H_4N)Cl$-Lösung (spez. Gew. = 1,100), darüber eine ca. 10 cm dicke Wasserschicht.

Datum 1903	t^0 C. an der Oberfläche	t^0 C. 15 cm	t^0 C. 40 cm	t^0 C. 75 cm	Bemerkungen
		unter der Oberfläche			
18. Mai	11	17	19	16	
19. „	11,5	15	17	16	
20. „	16	17	17	17	
22. „	21	22	19,8	17,8	
23. „	19	21	20	17,3	
24. „	19	22	20	18	
25. „	17,5	20	20	17,6	
27. „	22	21,8	20,2	18	Die obere Wasserschicht war verdunstet und wurde nicht erneuert.
28. „	26	24	21,8	18,5	
3. Juni	27	25,3	22	19	
4. „	27	25	22,5	19,5	
7. „	27	26	23	20	
16. Juli	26	26,7	24	21	
17. „	26	27	24,8	21,5	
18. „	26	32	25,3	22	
20. „	29	32	27	23	
25. „	26	27	24	22	
29. „	25	29	24	21,8	
30. „	25	28	23	21,5	
2. Aug.	24	27	22,5	21	
10. „	24	29	23,8	21	
11. „	23	28	24	21,3	
13. „	27,5	28,8	25	22	
14. „	27	30	25,5	22,3	
16. „	29	30	25,8	22,8	
29. „	25	25,3	24,3	22,3	

des verdunsteten Süßwassers an der Oberfläche wiederholte. Mit Salzlösungen verschiedener Konzentrationen konnte ich in Ermangelung entsprechender Einrichtung keine Versuche anstellen,

doch dürfte analog auch bezüglich dieser Salzlösungen derselbe gesetzmäßige Zusammenhang obwalten, wie ich ihn bei dem Salzwasser von Szováta konstatiert habe.

V.

Na_2CO_3-Lösung (spez. Gew. = 1,077), darüber eine ca. 10 cm dicke Wasserschicht.

Datum 1903	t^0 C. an der Oberfläche	t^0 C. 15 cm	t^0 C. 40 cm	t^0 C. 75 cm	Bemerkungen
		unter der Oberfläche			
18. Mai	11	17	18	15,5	
19. „	12	15,6	16,8	15,8	
20. „	16	17	16,8	16,1	
22. „	21	22	18,5	16,5	
23. „	19	21	19	17	
24. „	19	22,3	19,2	17	
25. „	17	20	19	17	
28. „	26	24,5	21	18	Die obere Wasserschicht war verdunstet und wurde nicht erneuert.
3. Juni	27	25,3	21	18,7	
4. „	27	24	21,3	19	
9. „	26	24	21	20	
16. Juli	26	26,6	23,5	21	
17. „	25	26	23,5	21	
18. „	25,8	29	24	22	
20. „	29	32	26	23	
25. „	25,3	27,5	23	21,3	
29. „	25	27	23	21	
30. „	25	26	22,5	21	
2. Aug.	24	26	22,5	21	
10. „	24	27,5	22	20,5	
11. „	23	26	23	21	
13. „	27	28	23	21	
14. „	27	28	23,8	21,7	
29. „	23	24	22,8	21,3	

Im Zusammenhange mit diesen Versuchen nahm ich auch an gewöhnlichem Wasser Untersuchungen vor, das ich an die Stelle der Salzlösungen treten ließ, wobei auf dessen Oberfläche Öle von kleinem spezifischen Gewichte, namentlich in einem Fasse Petroleum in einer etwa zwei Finger breiten Schicht (ca. 3 Liter), in einem

VI.

Wasser, darüber ca. 3 Liter Petroleum.

Datum 1903	Zur selben Zeit die Temperatur des reinen Wassers an d. Oberfläche	t^0 C. an der Berührungsfläche	t^0 C. 15 cm unter der Oberfläche	t^0 C. 40 cm unter der Oberfläche	t^0 C. 75 cm unter der Oberfläche	Bemerkungen
16. Mai	18	—	22	17	16	
18. „	15	11	17	17,5	16	
19. „	13	15	16	16	16	
20. „	15	22	18	15	15	
22. „	21	29	22,6	18	16	
23. „	19	27	22	18,5	17	
24. „	19		23	18,3	17	
25. „	17,5	22	20	18,5	17,5	
27. „	21	30	21	19	17	
28. „	25	35	23	20	18	
29. „	21	27	22,3	20	17,8	
31. „			19	18	17,5	
1. Juni			22,3	19,3	18	
3. „	25	33	25	20,8	18,5	1^h nachm.
3. „	25	33,8	28,3	21	18,8	5^h nachm.
4. „	26	31	25	22	19	
7. „	22	30	26	22	19,5	
9. „	25	35	25	21	19	
16. Juli	26	27	25	23	21,5	
17. „	25	27	25	22,8	21,3	Der größte Teil des Petroleum ist verdunstet.
18. „	26	26	26	22,8	21,3	
20. „	28	29	30	24	22	
25. „	25	30	29	21	20	
29. „	25	38	29	21,4	20,5	
30. „	25	37	29	21,5	20,5	
2. Aug.	24	30	27	21,3	20,3	
10. „	24,3	25,8	26	20	19,5	
11. „	23	25	25	20,5	20	
13. „	26	29	28	21,8	20,8	
14. „	26	28	27,8	21,3	20,5	
16. „	26,2	29	28	21,8	21	
29. „	22,8	24,5	24,3	20	19,5	

andern aber eine gleiche Quantität von Olivenöl gegossen wurde. Die Tabellen VI und VII führen die hierbei gewonnenen Daten vor.

Aus diesen Tabellen ist ersichtlich, daß sich die mittels Erd-

oder Olivenöl abgeschlossene Wassermasse in bedeutend höherem Maße erwärmte, wie zur selben Zeit das gewöhnliche Wasser oder die Salzlösungen. Trotz des schlechten abnormalen Wetters erwärmte sich der unter dem Öle befindliche Teil des Wassers doch alsbald bis auf 49° C., während das reine Wasser eine 30° C.

VII.

Wasser, darüber ca. 3 Liter Olivenöl.

Datum 1903	Zur selben Zeit die Temperatur des reinen Wassers an d. Oberfläche	t^0 C. an der Berührungsfläche	t^0 C. 15 cm	t^0 C. 40 cm	t^0 C. 75 cm	Bemerkungen
			unter der Oberfläche			
27. Mai	21	28	20	18	16	
28. „	25	34	23	20	17	
29. „	21	28	22	20	18	
3. Juni	25	37	26	21	19	
4. „	26	33	25	22	19	
7. „	22	28	25	21,8	19,8	
9. „	25	38	22	20,5	19,5	
4. Juli	26	37	30,7	24	22	
5. „	28	46	30	25	23	
18. „	26	38	31	23,8	22	
19. „	30	49	30,5	26	23	
20. „	28	40	32	25	23	
29. „	25	36	27	23	22	
30. „	25	35	26	22,5	21,5	
10. Aug.	24	35	28	23	22	
12. „	26	44	28	24	22,3	
13. „	26	36	28,8	24,5	22,5	
14. „	26	35	29	24,8	23	
16. „	26	41	29	25	23	
29. „	23	38	25	23,5	22	

übersteigende Temperatur nie erreichte. Die erwärmte Wassermasse teilte seine höhere Temperatur allmählich auch dem Öle mit, was bei dem Olivenöl außer der Erwärmung kaum irgendwelche Veränderung hervorrief, während das Petroleum, welches ziemlich rein war, langsam verdunstete, was ein Sinken der Temperatur des in diesem Fasse befindlichen Wassers zur Folge hatte, das sich sodann annähernd nur in demselben Maße erwärmte wie

das gewöhnliche Wasser im Fasse I. Eine Erwärmung in höherem Maße trat erst mit dem Erneuern des Petroleums ein, dessen Verdunstung durch in demselben gelöstes Paraffin herabgemindert wurde. Rohes Erdöl verdunstete gleichfalls langsamer.

VIII.

Vergleichung einiger der höchsten Temperaturen aus Tabelle I—VII.

Datum 1903	I. Wasser t^0 C.	II. $MgSO_4$ + Wasser t^0 C.	III. Na_2SO_4 + Wasser t^0 C.	IV. $(H_4N)Cl$ + Wasser t^0 C.	V. Na_2CO_3 + Wasser t^0 C.	VI. Wasser + Petroleum t^0 C.	VII. Wasser + Olivenöl t^0 C.
16. Mai	18	23	22	21	21	22	
18. „	15	18,5	17	17	17	17	
19. „	13	18,5	14	15	15,6	16	
20. „	15	17,6	16	17	17	22	
22. „	21	21,7	20,5	22	22	29	
23. „	19	21	20	21	21	27	
24. „	19	22,2	21,8	22	22	23	
25. „	17,5	20	19,3	20	20	22	
18. Juli	26	31	27	32	29	26	38
20. „	28	31	29,3	32	32	30	40
25. „	25	28	25	27	27,5	30	32
29. „	25	28	27	29	27	38	36
30. „	25	27	26	28	26	37	35
2. Aug.	24	26	25	27	26	30	33
10. „	24,3	29	28,3	29	27,5	25,8*	35
11. „	23	28	27	28	26	25*	29
13. „	26	28,8	28	28,8	28	29	36
14. „	26	29,5	28	30	23,8	28	35
16. „	26,3	29	28,5	30	28	29	41
29. „	22,8	25	25,8	25,3	24	24,5	38

Der größte Teil des Petroleum ist verdunstet.

Einen ähnlichen Versuch mit Wasser und Petroleum habe ich 1902 auch in Korond angestellt, wobei die Temperatur des Wassers in dem in die Erde eingegrabenen Holzbehälter bereits nach mehrstündiger Insolation auf 38° C. stieg, während in dem daneben befindlichen, gleichfalls eingegrabenen Fasse das reine Wasser 30° C. nicht erreichte.

Das Öl löst sich im Wasser nicht, infolgedessen der Übergang des spezifischen Gewichts ein sprungweiser ist, wohingegen sich die Salzlösungen, wenn nicht anders, durch Diffusion mit dem Wasser vermengen und dadurch einen allmählichen Übergang im spezifischen Gewicht bewirken. Hieraus läßt sich die Erscheinung erklären, daß die mit Erd- oder Olivenöl bedeckte Wassermasse zuoberst, unmittelbar unter dem Öle die höchste Temperatur erreicht, während bei den Salzlösungen die größte Erwärmung etwas tiefer unter der Wasserschicht erfolgt.

Ferner zeigt sich das an der Oberfläche schwimmende Olivenöl für die Erwärmung bedeutend vorteilhafter, da dasselbe bei gewöhnlicher Temperatur nicht verdunstet und somit der mit dem Verdunsten Hand in Hand gehende Wärmeverlust wegfällt.

Vergleichen wir nunmehr die bisherigen höchsten Temperaturen (Tafel I—VII), welche sich in der gleichen Zeit ergeben haben.

Wir gelangen hieraus zu folgenden Resultaten: Es kann mit Sicherheit nachgewiesen werden, daß sich die verschiedenen Salzlösungen, wenn auf ihrer Oberfläche eine dünne Süßwasserschicht vorhanden ist, in einer tieferen Schicht mehr erwärmen als an ihrer Oberfläche. Die Abweichung vom reinen Wasser überstieg in mehreren Fällen 5° C. Jene Wassermasse aber, auf deren Oberfläche sich Erd- oder Olivenöl befunden hat, nahm eine um 10—20° C. höhere Temperatur an wie das gewöhnliche Wasser.*

Meine oben erwähnte Arbeit erweckte im Ausland allgemeines Interesse für die darin besprochenen Beobachtungen. Manches Fachblatt übernahm dieselbe ihrem ganzen Wortlaut nach, andere

* Würde demnach auf irgendwelchen seichten kleineren Teich soviel Petroleum oder Öl gegossen werden, daß dasselbe die Oberfläche ganz bedeckt, so würde in demselben die gesamte Fauna und Flora allmählich zugrunde gehen; erstens da das Wasser von der Atmosphäre abgeschlossen wäre und der notwendige Sauerstoff nicht eindringen könnte, zweitens weil sich das Wasser durch die Insolation immer mehr erwärmen würde und der tierische und pflanzliche Organismus sich an die ungewohnte Temperatur nicht so rasch anpassen könnte. So gingen z. B. in dem Ostravik-See (siehe die weiter unten erwähnten Lagunenseen), dessen Temperatur plötzlich auf 34° C. gestiegen war, 1885 die Austern zugrunde.

brachten ausführliche Referate, und in mehreren Fachgesellschaften bildete sie den Gegenstand von Vorträgen. Nach dem Erscheinen erhielt ich von vielen Fachgenossen Briefe, von welchen ich hier einige im Auszuge umsomehr mitteilen zu dürfen glaube, da sie interessante und wertvolle Daten enthalten, aus welchen hervorgeht, daß auch anderwärts den ungarischen ähnliche warme Salzseen vorhanden sind.

Prof. Dr. L. Mrazec, Bucuresci, schreibt: „Bei uns in den sogenannten Salzteichen soll ähnliches beobachtet worden sein, aber nicht in solchem Maße wie bei Ihnen."

Prof. Dr. A. G. Högbom, Upsala, teilt mir folgendes mit: „Es dürfte vielleicht Sie interessieren, zu wissen, daß im westlichen Norwegen — Umgegend von Bergen — an der Meeresküste warme Lagunenseen vorkommen, welche wahrscheinlich in ähnlicher Weise ihre Temperaturanomalien bekommen haben. Sie bestehen aus salzreichem Meereswasser mit dünner Bedeckung von salzarmem Wasser. Ihre Tiefentemperaturen erreichen nach Angaben über 30° C., während das Oberflächenwasser viel niedrigere Temperaturgrade zeigt. Meines Wissens sind sie noch nicht eingehend studiert; sie werden für Austernkultur verwendet, wie man mir erzählt hat, mit gutem Erfolge."

Auf Herrn Högboms Anraten wandte ich mich um eingehendere Daten an Herrn Dr. A. Appelof, Konservator am Museum zu Bergen, der die Freundlichkeit hatte, mir eine norwegische und eine englische, mit diesen Lagunenseen sich befassende Arbeit zu senden.

Aus diesen Mitteilungen* und der Beschreibung des Prof. Dr. Häpke** übernehme ich hier folgendes:

Nach einer etwa vierstündigen Fahrt per Eildampfer erreichen wir von der Stadt Bergen aus die Insel Tysnäs. Im südöstlichen Teile der ausgedehnten Insel befindet sich bei

---

* The Oyster ponds an the West Coats of Norway. By Hermann Friele B. S., Temperaturen i Osterstjernene (af Amund Helland) „Norsk Fiskeritidende" 1889.

** Die Warmwasserteiche an der Westküste Norwegens von Prof. Dr. Häpke in Bremen. Himmel und Erde XII, p. 316.

Espevik ein natürliches, beinahe eirundes Becken, welches sich, von bewaldeten Bergen umgeben, in südwest-nordöstlicher Richtung erstreckt und eine Länge von 300 m, eine Breite von 170 m und eine Tiefe von 5 m besitzt.

In diesem Becken wurde von einer Gesellschaft eine Austernzucht angelegt und dasselbe mittels eines 45 m langen Kanals mit dem Fjorde bezw. dem Meere verbunden.

Dieser Teich bietet ein eigenartiges Bild. An seiner Oberfläche schwimmen in bestimmten Abständen voneinander 160 schwarz geteerte Fässer, welche von den zwischen den Ufern ausgespannten verzinkten Eisendrähten schwebend erhalten werden. An diesen hängen 3000 Faschinen aus Birkenreisern, die sogen. Kollektoren, welche mit Austernbrut besetzt sind. Die jungen Austern werden im Alter von 1—2 Jahren losgelöst und in den bei Stavanger befindlichen Austernpark gesendet, wo sie so lange verbleiben, bis sie dem Handel übergeben werden können. Von den umgebenden Bergen ergießen sich die Niederschlagswässer in Form kleiner Bäche in den Teich. Als die beständige Verbindung mit dem Meere mittels des regulierbaren Kanals noch nicht bestanden hatte, gelangte das Seewasser bloß anläßlich von Stürmen, zumeist während der Wintermonate, in das Becken, wo sich sein Salzgehalt infolge der Verdunstung des Wassers allmählich anreicherte.

Der Espevik-Teich lieferte nach den Messungen Prof. Hellands folgende Daten:

	Temperatur	Salzgehalt
An der Oberfläche	22,3° C.	24,51 %
In einer Tiefe von 0,5 m	22,7 „	24,53 „
1,0 „	23,0 „	25,15 „
1,5 „	27,0 „	27,26 „
2,0 „	27,4 „	27,93 „
2,5 „	26,8 „	30,73 „
3,0 „	25,3 „	30,81 „
3,5 „	25,2 „	30,73 „
4,0 „	23,7 „	30,24 „
4,5 „	23,2 „	31,19 „
5,0 „	22,6 „	31,99 „

Die Untersuchungen von Prof. Dr. ARNOLD, St. Petersburg, ergaben folgendes:

	Salzgehalt	
	am 4. August mittels Areometer	am 20. Oktober titriert
An der Oberfläche	11,79 %	6,13 %
In einer Tiefe von ½ m	— „	17,37 „
1 „	25,89 „	21,14 „
2 „	26,62 „	25,04 „
3 „	26,65 „	26,02 „
4 „	26,84 „	26,09 „

Auf der etwa 5 km von Espevik entfernten kleinen Insel Selö befindet sich ein ähnliches Austernbecken von annähernd gleicher Größe und Temperatur. Die Menge des zufließenden Süßwassers ist hier geringer als bei dem vorhergehenden, trotzdem steigt aber die Temperatur doch auf 30° C. und darüber. Tier- und Pflanzenleben ist in diesem Teiche sehr üppig.

Der Selö-Teich zeigte nach Prof. HELLAND am 1. Juli 1888 folgende Verhältnisse:

	Temperatur	Salzgehalt
An der Oberfläche	20,5° C.	18,1 %
In einer Tiefe von 0,5 m	20,0 „	19,1 „
1,0 „	26,5 „	25,2 „
1,5 „	27,5 „	27,3 „
2,0 „	**29,0** „	28,0 „
2,5 „	27,3 „	28,2 „
3,0 „	26,2 „	27,6 „
3,5 „	25,2 „	26,2 „
4,0 „	24,1 „	25,3 „

Es ist noch ein drittes derartiges Warmwasserbecken vorhanden, der Ostravik-See, welchen Prof. RASCH im südlichen Teile Norwegens bei Egersund mit einer Temperatur von 28° C. entdeckte. Die Tiefe desselben beträgt 12 m; an seiner Oberfläche ist der Salzgehalt gering, in einer Tiefe von 1—1,5 m kommt derselbe aber bereits dem des Seewassers gleich.

Die Teiche Espevik und Selö wurden 1884 entdeckt; auf ihre Temperatur üben die meteorologischen Verhältnisse einen

großen Einfluß aus, so zwar, daß in manchem Jahre das Maximum auf den Monat Mai, in anderen Jahren aber auf den August oder September fällt.

Im Jahre 1885 stieg im Ostravik-See die Temperatur in einer Tiefe von 3 m auf 34,5° C., bei welcher die Austern zugrunde gingen. Dies gab den Anstoß zur Herstellung des regulierbaren Verbindungskanals mit dem nahen Meere.

Prof. RASCH suchte die Erwärmung der Teiche durch die Zersetzung des Schlammes und der organischen Stoffe zu erklären. HELLAND brachte die Erscheinung mit der Insolation in Verbindung, was HÄPKE für nicht wahrscheinlich hielt. Andere vermuteten unterirdische Ursachen.

In neuester Zeit gewann die Untersuchung der Salzseen und Bäder der siebenbürgischen Landesteile Ungarns in der Person Prof. Dr. G. RIGLERS einen eifrigen Fachmann, der seine diesbezüglichen Ergebnisse in seiner Arbeit: Erdély nevesebb fürdöi 1902-ben (Die bekannteren Bäder der siebenbürgischen Landesteile im Jahre 1902)* in ausführlicher Form niederlegte.

Dr. G. RIGLER untersuchte außer den Seen von Szováta auch die übrigen Salzseen der siebenbürgischen Landesteile und zwar mit Hinsicht darauf, ob sich dieselben durch die Insolation in einer tieferen Schicht nicht gleichfalls erwärmen. Hierbei gelangte er zu dem Ergebnisse, daß bei manchen die Temperaturverhältnisse jenen des Medve-Sees von Szováta ganz ähnlich sind und nur die Erwärmung derselben eine bedeutend geringere ist.

So zeigt das Wasser des sog. Dörgö bei Kolozs in einer Tiefe von 2 m eine um 2° C. höhere Temperatur als an der Oberfläche, wobei die Quantität der festen Bestandteile mit der Tiefe zunimmt.

Tiefe m	Die gesamten festen Bestandteile ‰	t° C.	Tiefe m	Die gesamten festen Bestandteile ‰	t° C.
0,0	105,67	28,0	5,0	208,07	22,4
0,5	108,60	28,5	10,0	276,16	18,4
1,0	108,67	28,5	15,0	294,55	18,4
1,5	108,76	28,5	17,5	266,70	18,4
2,0	128,72	30,0			

* P. 142 und 150.

Beim Római-See von Torda:

Tiefe m	Die gesamten festen Bestandteile ‰	t^0 C.	Tiefe m	Die gesamten festen Bestandteile ‰	t^0 C.
0,0	24,160	21,2	3,0	97,850	21,4
0,5	31,345	24,0	5,0	101,910	18,8
1,0	40,050	27,9	7,0	97,260	17,8
2,0	57,750	26,6			

Beim Tököly-See von Vízakna:

0,0	176,360	23,25	2,0	233,350	27,0
0,5	176,637	23,75	2,5	288,690	29,0
1,0	177,050	23,5	3,0	315,760	30,0
1,5	177,770	23,0	5,0	307,770	26,25

Das Salzwasser des im westlichen Teile Sibiriens in der Statthalterei Akmolinsk gelegenen Sees Kysilkak wurde von dem russischen Geographen IGNATOFF untersucht*, der an der Oberfläche des 15 km langen und 12 km breiten Sees eine Temperatur von 20—27° C., in der Tiefe aber eine solche von 34° konstatierte.

Die beiden einander nahe gelegenen noch größeren Seen Teke und Selety Dongis (letzterer unter 50° n. Br. und 60° östl. L. gelegen) zeigen eine ähnliche Erscheinung. Die an den Ufern derselben wohnenden Kirgisen behaupten, daß diese Seen selbst bei der größten Kälte nicht einfrieren.

Es ist wahrscheinlich, daß man solche durch Insolation erwärmte Salzseen noch in größerer Anzahl entdecken wird.

Bei Durchsicht der auf die Meere bezüglichen Temperaturangaben fand ich, daß eine derartige Wärmeanhäufung auch in den Meeren vorkommt. So wurde im Mittelländischen Meere, namentlich in dessen nordöstlichem Teile, 1—5 m unter der Oberfläche stellenweise eine um 0,5—2° C. wärmere Schicht konstatiert, was aber der Strömmung von wärmeren Wasserschichten zugeschrieben wurde.

---

* Petermanns Mitteilungen 1902.

Einer der Forscher gibt darüber seiner Verwunderung Ausdruck, daß der nördliche Teil des Mittelländischen Meeres beinahe ebenso warm ist wie der südliche, trotzdem sich im Norden das kalte Wasser von mehreren ansehnlichen Flüssen in dasselbe ergießt. Nachdem hier und anderwärts der Salzgehalt an der Oberfläche geringer ist, liegt gerade hierin der Grund für die Erwärmung der tieferen Wasserschichten.

Ein ähnliches Steigen der Temperatur ist auch an mehreren Punkten der Ostsee zu beobachten.

Im Mittelländischen Meere muß es der Sonnenwärme zugeschrieben werden, daß seine Temperatur bis zu einer Tiefe von 4000 m 12,7—13° C. beträgt, während am freien Ozean, z. B. westlich von Gibraltar, bereits in viel geringerer Tiefe bloß 0—2° beobachtet wurde.

Die Salzseen von Szováta suchte ich im Sommer 1902 abermals auf. Die Temperatur des Salzwassers zeigte sich dem herrschenden Wetter entsprechend, obzwar sich einige Veränderungen in der Umgebung vollzogen hatten. Das Wasser des an die Oberfläche des Medve-Sees sich ergießenden Süßwasserbaches wird jetzt zum Teil im neuen Badehause verwendet. Es ist nicht ausgeschlossen, daß dieser Umstand in der physikalischen Beschaffenheit des Sees einige Veränderungen hervorrufen wird.* Außerdem wurde der Abfluß des Medve-Sees mit einem Wehr versehen, wodurch sowohl der Wasserstand des Sees als auch die Quantität des abfließenden Wassers reguliert werden kann. Diese Neuerung kann eventuell gleichfalls Veränderungen in den Temperaturverhältnissen dieses Sees zur Folge haben.

Beim Mogyoróser See zeigte sich seit 1902 während des Sommers insofern eine Veränderung, daß das nunmehr regulierbare Wasser des Medve-Sees aus dem Kanale wasserfallähnlich in denselben gelangt, was den Badenden vielleicht angenehm ist, für den See aber, als Salz- und warmen See, mit der Zeit ver-

* Es wäre jedenfalls zweckmäßiger, das Süßwasser sowohl für das Badehaus, als auch für die neuerbauten Wohnhäuser aus dem nahen Sebesbache herzuleiten, dessen Wasserkraft gleichzeitig zu elektrischer Beleuchtung und andern Zwecken benutzt werden könnte.

hängnisvoll werden kann. Durch das herabstürzende Wasser wird die Sole des Mogyoróser Sees immer mehr aufgerührt, das Salzwasser durch die Strömung des durchfließenden Baches in höherem Maße wie bisher mitgerissen und so wird dann die konzentriertere Solenschicht ein immer tieferes Niveau einnehmen. Mit anderen Worten die Wärme und die untere konzentrierte Sole des Mogyoróser Sees wird bedeutend rascher verschwinden als es im bisherigen Zustande der Fall gewesen wäre.

Im Juli 1902 besuchte auch Prof. Dr. RIGLER den Medve- und Fekete-See bei Szováta, und teilte über dieselben folgende Beobachtungen mit*:

Medve-See bei Szováta.

m	Die gesamten festen Bestandteile	Chlor	Gebundene Kohlensäure	t^0 C.
0,0	83,62	44,375	0,073	29,5
0,25	109,55	60,35	0,076	36,5
0,5	183,85	110,40	0,154	54,5
1,0	227,48	134,365	0,160	61,0
1,5	210,08	127,50	0,144	58,0
2,0	210,08	127,50	0,148	52,3
2,5	230,28	129,63	0,140	48,9
3,0	255,77	136,55	0,140	43,4
5,0	278,54	160,76	0,136	34,5
7,0	307,45	180,76	0,136	32,5
10,0	305,59	182,115	0,140	26,25
15,0	326,76	179,63	0,142	26,0

Fekete-See bei Szováta.

0,0	23,87	14,20	0,154	25,0
0,5	23,88	14,317	0,168	23,6
1,0	23,86	14,277	0,156	22,6
1,5	23,97	14,302	0,162	22,7
2,0	49,30	29,110	0,208	24,25
5,0	239,35	136,326	0,324	18,0

* Erdély nevesebb fürdöi 1902.

Ich lasse hier die von meinem Kollegen Dr. K. Emszt durchgeführte Analyse jener Wasserprobe folgen, welche ich 1901 dem Medve-See entnommen habe.

Das den Gegenstand der Analyse bildende Wasser stammt aus einer gegen den Vörös-See zu gelegenen Bucht des Medve-Sees, aus einer Tiefe von 12 m. Die Temperatur desselben war 20° C. und sein spezifisches Gewicht bei gewöhnlicher Temperatur 1,194.

Die chemische Zusammensetzung des Wassers des Medve-Sees.

In einem Liter Wasser ist enthalten in Grammen:

Kalium (K)	0,0352
Natrium (Na)	119,8390
Kalzium (Ca)	0,8106
Magnesium (Mg)	0,1452
Chlor (Cl)	185,2155
Brom (Br)	0,0132
Jod (J)	0,0048
Hydrokohlensäure (HCO_3)	0,0622
Schwefelsäure (SO_4)	1,1775
Zusammen	307,3030

Die Äquivalente der Bestandteile in Prozenten:

Kalium	0,017
Natrium	98,984
Kalzium	0,769
Magnesium	0,230
Chlor	99,249
Brom	0,003
Jod	0,001
Schwefelsäure	0,466
Hydrokohlensäure	0,281
Zusammen	100,000

Die Bestandteile in der gewohnten Weise zu Salzen umgerechnet:

Natriumchlorid ($Na\,Cl$)	304,1000 g
Kaliumchlorid ($K\,Cl$)	0,0520 „
Kaliumbromid ($K\,Br$)	0,0197 „
Kaliumjodid ($K\,J$)	0,0063 „
Magnesiumchlorid ($Mg\,Cl_2$)	0,5677 „
Kalziumchlorid ($Ca\,Cl_2$)	0,7932 „
Kalziumhydrocarbonat ($Ca\,HCO_3$) .	0,1046 „
Kalziumsulphat ($Ca\,SO_4$)	1,6472 „
Eisen (Fe)	
Kieselsäure ($Si\,O_2$)	0,0125 „
Zusammen	307,3030 „

Aus dem Bisherigen ist bekannt, daß in der Gegenwart infolge Insolation erwärmte heiß-warme Seen nicht nur bei Szováta, sondern an zahlreichen anderen Punkten der Erde vorhanden sind, ja sogar künstlich hergestellt werden können. Daß auch in der geologischen Vergangenheit größere und kleinere Salzseen existiert haben, geht aus den Steinsalzlagern hervor. Im Wege der Analogie kann angenommen werden, daß das Süßwasser von Bächen oder Flüssen, oder aber das der Niederschläge auch auf die Oberfläche der einstigen z. B. miozänen Salzseen gelangte, die sich sodann durch die Insolation unbedingt erwärmt haben mußten. Im Laufe der Jahrhunderte und Jahrtausende dürfte sich die Erwärmung durch Leitung der ganzen Wassermasse, ja sogar dem Salze selbst mitgeteilt haben, wie ich dies bei der Beschreibung des Medve-Sees bereits berührte.* Die Temperaturschwankungen konnten auch zu dieser Zeit nur durch das Wetter, die Jahreszeit und das Fehlen oder Vorhandensein von Süßwasser resp. diluierter Salzlösung an der Oberfläche bedingt gewesen sein. Es war somit die Möglichkeit vorhanden, daß die Temperatur der Sole dieser einstigen Salzseen von der niedersten ausgehend, zeitweilig bis über 70° C. steigen konnte, wie wir dies heute bei dem Medve-See beobachten.

Der italienische Chemiker USIGLIO**, welcher als erster die

* Über die ungarischen warmen und heißen Kochsalzseen als natürliche Wärmeakkumulatoren. Földtani Közlöny, Bd. XXXI, 1901.

** Comptes rendues 27, 429; Annal. chim. et phys. 27, 172.

Verdampfung des Meerwassers im Großen eingehender studierte, fand bei seinen Untersuchungen folgende Verbindungen: Kalk ($Ca\,CO_3$), $Na\,Cl$, Gips ($Ca\,SO_4 \cdot 2\,H_2O$), $Mg\,SO_4 \cdot 7\,H_2O$, $Mg\,SO_4 \cdot 6\,H_2O$, Schönit ($Mg\,SO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 6\,H_2O$), $K\,Cl$, Karnallit ($K\,Cl \cdot Mg\,Cl_2 + 6\,H_2O$) und $Mg\,Cl_2$. Anderseits fehlen aber sehr wesentliche Mineralien, Verbindungen, vollständig, so Anhydrit ($Ca\,SO_4$), Polyhalit ($2\,Ca\,SO_4 \cdot Mg\,SO_4 \cdot K_2\,SO_4 + 2\,H_2O$) und Kieserit ($Mg\,SO_4 + H_2O$).

Van 't Hoff und Meyerhoffer haben in ihren großangelegten Studien* nachgewiesen, daß die Salze, welche auch in den Salzlagern von Staßfurt vorkommen, aber bei gewöhnlicher und rascherer Verdampfung des Meerwassers nicht entstehen, künstlich zumeist bei 25° C. hergestellt werden können und sogar der Polyhalit, welchen Usiglio nicht fand, bei 25° C. leicht entsteht.

Andere Salze bilden sich aber nur bei einer höheren Temperatur; so

der Langbeinit ($2\,Mg\,SO_4 \cdot K_2\,SO_4$) über 37° C.,
der Löweit ($Mg\,SO_4 \cdot Na_2\,SO_4 \cdot 2\,H_2O$) bei 43° C.,
der Schönit ($Mg\,SO_4 \cdot 5\,H_2O \cdot K_2\,SO_4 \cdot H_2O$) bei 47,5° C.,
der Reichardit ($Mg\,SO_4 \cdot 7\,H_2O$) bei 47° C.,
das sog. Hartsalz ($Na\,Cl \cdot K\,Cl \cdot Mg\,SO_4 \cdot H_2O$) bei 72° C.

Hieraus ist ersichtlich, daß zur Entstehung der verschiedenen Salze eine tiefere oder höhere Temperatur notwendig ist. Anderseits aber verweist die Analogie auf eine kleinere oder größere Erwärmung der einstigen Salzseen durch die Insolation, die es gewesen sein dürfte, welche diese höhere Temperatur — dieses Entstehungsbedingnis der verschiedenen Verbindungen, der Salzarten — hervorgerufen hat.

Diese Erkenntnis kann jedoch auch anders ausgedrückt werden. Wir können sagen, daß z. B. im Staßfurter Salzlager, in welchem wir die verschiedenen Salze finden, an der Stelle, wo sich im verflossenen geologischen Zeitalter ein gewisses Salz abgelagert

* Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen, insbesondere des Staßfurter Salzlagers. Sitzungsber. d. kgl. preuß. Akad. d. Wissensch. 1897 bis heute.

hat, eine Temperatur geherrscht haben mußte, die der Entstehungstemperatur desselben entspricht. So mußte z. B. dort, wo wir Langbeinit antreffen, bei dessen Entstehung die herrschende Temperatur 37° C. gewesen sein; dort aber, wo Hartsalz vorhanden ist, dieselbe 70° C. überstiegen haben u. s. f.

Diese bekannten Verbindungen, diese Salzarten, können als aus der betreffenden geologischen Zeit auf uns überkommene Beweise — als geologische Thermometer — betrachtet werden, da das Vorhandensein dieser Salzarten für die Temperatur der betreffenden Lokalität zur Zeit der Entstehung der fraglichen Verbindung von eben so großer, wenn nicht größerer Beweiskraft ist, wie die Fossilien bei Bestimmung des geologischen Alters.

Es ist bekannt, daß die Temperatur in den Salzseen zeitweiligen Veränderungen unterworfen ist, auch sind die Lösungsverhältnisse der einzelnen Verbindungen bei verschiedenen Temperaturen bekannt, woraus wir schließen können, welche Salze und zu welcher Zeit dieselben in größter Menge zur Ausscheidung gelangen.

Bei den Salzlagern, z. B. bei jenen von Staßfurt, sehen wir, daß in die Salzmasse der tieferen Regionen *Anhydrit-*, in den oberen aber *Polyhalit*schichten eingelagert sind. Diese Ein- resp. Wechsellagerung der Schichten ist den Jahresringen der Bäume nicht unähnlich, und die Bergleute haben diese Schichten tatsächlich als Jahresringe bezeichnet und ihr Auftreten mit den Jahreszeiten in Verbindung gebracht. Nunmehr steht die Frage der Entstehung dieser Jahresringe in hellerem Lichte vor uns. Die Erklärung wurde, obzwar ich sie selbst gleichfalls in dieser Richtung zu ermitteln suchte, doch von Van 't Hoff in seinem am 28. Mai 1902 an mich gerichteten Schreiben zuerst gegeben. Der diesbezügliche Passus seines Briefes, den ich hier mit seiner freundlichen Einwilligung veröffentliche, lautet folgendermaßen:

„Ich bin sehr geneigt zur Annahme, daß dieselbe (Bildung der Jahresringe) mit der zu- und abnehmenden Löslichkeit unter Einfluß von der Temperatur zusammenhängt. Nehmen wir z. B. Anhydrit und Chlornatrium und denken wir uns Einengung unter abwechselndem Sinken und Steigen der Temperatur. Die Löslichkeit von Anhydrit nimmt mit steigender Temperatur ab, die-

jenige von Chlornatrium etwas zu. Beim Ansteigen der Temperatur, also im Sommer, wird deshalb Anhydritausscheidung stattfinden, während im Winter dieselbe aufhört und Kochsalz sich absetzt. Dieselbe entgegengesetzte Löslichkeitsbeeinflussung findet man bei anderer Jahresringbildung von Langbeinit, Polyhalit, Kieserit, alles Lösungen, deren Löslichkeit mit Temperaturzunahme abnimmt."

Zum Schlusse nunmehr alles Vorgebrachte kurz zusammengefaßt, sehen wir experimentell nachgewiesen, daß die Erwärmung durch Insolation nicht bloß die Eigentümlichkeit der Salzseen von Szováta ist, sondern daß sich vielmehr auch das Salzwasser von Korond, ferner konzentriertere Lösungen von Glaubersalz, Bittersalz, Salmiak und Soda in gleicher Weise erwärmen, wenn ihre Oberfläche mit Süßwasser oder einer diluierten Lösung bedeckt ist, daß sich sogar das Süßwasser selbst beträchtlich erwärmt, wenn auf dessen Oberfläche Erd- oder Olivenöl schwimmt.

Die Erwärmung hat seine Ursache nicht in den chemischen, sondern in den physikalischen Eigenschaften und in der Anordnung der Lösungen oder Flüssigkeiten.

Gleichzeitig erfuhren wir, daß in der Gegenwart nicht nur bei Szováta, sondern an zahlreichen andern Punkten der Erdoberfläche derartige — obzwar nicht so warme — Salzseen vorhanden sind und daß solche auch in vergangenen geologischen Zeitaltern existiert haben dürften.

Die in den Seen auftretende und zeitweilig sich verändernde Wärmemenge und die Lösungsverhältnisse der einzelnen Salze haben als geologische Faktoren bei der Entstehung der bis auf unsere Tage erhalten gebliebenen Salzlager mitgewirkt.

2.

ÜBER NACHWIRKUNGSERSCHEINUNGEN IN DIELEKTRISCHEN KÖRPERN.

Antrittsvortrag von Dr. MORITZ v. HOOR, korr. Mitglied der Akademie.

Vorgelegt der Akademie in der Sitzung am 17. Nov. 1902.

Aus „Mathematikai és Természettudományi Értesítö“ (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Anzeiger der Akademie), Bd. XXI, pp. 1—35.

Unter dem Titel „Neuere Beiträge zur Naturgeschichte dielektrischer Körper“ habe ich in den Jahren 1900 und 1901 in der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften zwei Abhandlungen mitgeteilt*, in denen ich die Resultate der Untersuchungen zusammenfaßte, die ich auf Betrauung und mit Unterstützung der Akademie zur Untersuchung der Induktionskurven und der viskosen Eigenschaften der dielektrischen Körper seit dem Jahre 1896 ausgeführt habe. — Auf Grund dieser Untersuchungen und mit Benutzung der einschlägigen Litteratur habe ich nachgewiesen, daß man sich über die viskosen Vorgänge in den schlechten Leitern durch Beobachtung mit dem ballistischen Galvanometer allein, d. h. also durch Bestimmung der elektrischen Ladung, die beim Schließen eines Kondensators durch das ballistische Galvanometer fließt, kein richtiges Bild machen kann.

Die von mir untersuchten Fälle zeigen zwar, daß die der gegebenen elektromotorischen Kraft entsprechenden, und bei Ladung

* Auch deutsch erschienen, *Elektrotechnische Zeitschrift* Bd. XXII (1901); Mitteilung I auf S. 170—172, 187—191, 213—215; Mitteilung II auf S. 716—719, 749—751, 781—786. Vgl. außerdem meinen Vortrag „Über die Beziehungen zwischen den Erscheinungen der magnetischen, dielektrischen und mechanischen Polarisation“, diese Berichte Bd. XVIII (1900) S. 365—394.

und Entladung des Kondensators mit Hilfe des ballistischen Galvanometers beobachteten elektrischen Ladungen Q_1 und Q_2 verschiedene Werte annehmen, wenn die Ladungszeiten und die diesen vorangehenden Schließungszeiten geändert werden, doch sind die beobachteten Unterschiede verhältnismäßig klein und erreichen kaum einige Prozent der beobachteten Quantitäten. Diese Beobachtungsmethode ist also nicht genügend genau, und man darf daher die mittels dieser Methode gewonnenen Resultate erst nach gründlicher Vergleichung mit den Ergebnissen genauerer Methoden verwenden.

Den Ergebnissen der mit dem ballistischen Galvanometer ausgeführten Untersuchungen darf man bei Betrachtung der viskosen Eigenschaften übrigens schon aus prinzipiellen Gründen kein entscheidendes Gewicht beimessen, da — wie ich das bereits in meiner zweiten Mitteilung ausgeführt habe — der Ladungs- und Entladungsvorgang ein kontinuierlicher ist. Man darf daher zwischen den einzelnen Abschnitten des Polarisationsvorganges a priori keinen Unterschied machen. Auch habe ich gezeigt, daß die Teilung des Polarisationsvorganges in zwei Teile — einen ballistisch und einen galvanometrisch gemessenen — nur in Hinsicht auf die Eigenschaften der Versuchsinstrumente und Methoden eine Berechtigung hat.

Darum habe ich mich bei Untersuchung der viskosen Eigenschaften der dielektrischen Körper nicht allein auf die Versuche mit den ballistischen Methoden beschränkt, sondern mittels des Galvanometers auch diejenigen Teile der Ladungs- und Entladungsvorgänge untersucht, die zufolge ihres *langsamen Verlaufes* mit Hilfe der zu Gebote stehenden ballistischen Instrumente nicht mehr beobachtet werden können.

Auf diese Weise habe ich die obere Grenze der Energie bestimmt, die während des langsam verlaufenden Teiles des Ladungs- und Entladungsvorganges im Dielektrikum aufgespeichert, beziehungsweise aus diesem entnommen wird, und konnte das Verhältnis dieser Energie zu derjenigen Arbeit feststellen, die auf Grund der Formel $\frac{QV}{2}$ aus den Ergebnissen der ballistischen Messungen gerechnet werden kann. Diese Methode erwies sich

als dankbar, denn ich konnte zwischen den untersuchten Glas-, Papier-, Guttapercha-, Mikanit- und Parafin-Kondensatoren so *tiefgreifende quantitative und qualitative* Unterschiede feststellen, die mit Hilfe der ballistischen Methoden allein nicht aufgedeckt werden können.

Es ist jedoch leicht einzusehen, daß die Reihe der erfolgversprechenden Methoden durch die vorerwähnten Versuche noch nicht erschöpft ist und daß wir zur Erkennung der Polarisationsvorgänge im Dielektrikum auch noch in anderer Richtung Versuche auszuführen haben. Wir dürfen uns nicht allein mit der Untersuchung derjenigen Vorgänge begnügen, die in den dielektrischen Körpern unter der Einwirkung einer konstanten elektromotorischen Kraft verlaufen, sondern wir müssen unser Augenmerk auf jene Vorgänge lenken, die sich abspielen, wenn die polarisierende elektromotorische Kraft sich mit der Zeit periodisch ändert, oder aber die Verbindung zwischen dem Kondensator und der polarisierenden elektromotorischen Kraft in — praktisch genommen — unendlich kurzer Zeit aufgehoben wird und in diesem Moment die elektromotorische Kraft zufolge der Entladung durch das Dielektrikum zu sinken beginnt.

Ich habe daher parallel zu meinen bisher mitgeteilten Untersuchungen in letzterer Richtung Versuche ausgeführt und auch das Verhalten der Kondensatoren unter der Einwirkung periodisch wechselnder elektromotorischer Kräfte mit Aufmerksamkeit verfolgt. Besonders eingehend aber habe ich diejenigen Vorgänge untersucht, die nach Unterbrechung der Verbindung zwischen Kondensator und polarisierender Stromquelle eintreten, und die Entladungskurven der Kondensatoren, d. h. die Werte der momentanen elektromotorischen Kräfte V_t als Funktionen der seit der Unterbrechung verflossenen Zeit t bestimmt. Zugleich habe ich in den verschiedenen Punkten V_t, t den Kondensator durch das ballistische Galvanometer geschlossen und die den Momentwerten V_t entsprechenden ballistischen Ladungen Q_t bestimmt.

Ich habe übrigens diese Methode bereits bei denjenigen Untersuchungen zur Anwendung gebracht, die ich mit petroleumgetränktem Pflanzenfaser-Dielektricis seinerzeit ausgeführt habe. Ich habe in meiner ersten Mitteilung diese Versuche behandelt

und gezeigt, daß die Entladungskurven der Kondensatoren merkbar von der idealen, und auf ein Dielektrikum mit konstanter Dielektrizitätskonstante und konstantem spezifischen Widerstande abgeleiteten logarithmischen Form abweichen.* Die aus den tatsächlich beobachteten Kurven gerechneten Werte der $\log \cdot \frac{Q_o}{Q_t}$ und $\log \cdot \frac{V_o}{V_t}$, die für ein ideales Dielektrikum sich mit der Zeit proportional ändern sollten, wachsen langsamer an als die Zeit und verändern sich nur im ersten Teil des Entladungsvorganges proportional mit der Zeit.**

Die aus den Werten Q_t und V_t gerechneten Kapazitäten $k_t = \frac{Q_t}{V_t}$ stimmen mit jenen k-Werten überein, die aus den unmittelbar nach Unterbrechung der Ladung bestimmten Ladungen berechnet werden können. Die Dauer der Ladung hat in diesem Falle auf die Entladungskurven keinen nennenswerten Einfluß.

Bei den *nachfolgend beschriebenen Beobachtungen* ging ich von den in der Berliner physikalisch-technischen Reichsanstalt überprüften WESTON-Normalelementen und Normalwiderständen aus. Die elektromotorische Kraft wurde in der in Figur 2 der oben erwähnten ersten Mitteilung*** beschriebenen Anordnung mittels CARPENTIERschem Spiegelgalvanometer oder WESTONschem Präzisionsvoltmeter gemessen. Die Momentanwerte V_t der elektromotorischen Kraft wurden mittels eines vom Verfasser konstruierten aperiodischen Spiegelquadrantenelektrometer und CARPENTIERschen aperiodischen Spiegelelektrometern gemessen; die Quadranten der Elektrometer wurden in der MASKARTschen Anordnung auf symmetrischem Potential gegen Erde gehalten.

Die Elektrometer wurden nach und vor jeder Versuchsserie geeicht; die Voltkonstanten schwankten während der ganzen,

* Siehe die Tafeln VI, VII und VIII meiner ersten Mitteilung (ETZ. pp. 213—214).

** Ich habe in Figur 6 der ersten Mitteilung (l. c. p. 215) zwei Kurven dargestellt, die den Zusammenhang zwischen den Zeiten t und den entsprechenden Werten $\log \cdot \frac{Q_o}{Q_t}$ bezw. $\log \cdot \frac{V_o}{V_t}$ geben; diese Kurven weichen merkbar von der Geraden ab und sind gegen die t-Achse konvex.

*** L. c. p. 172.

16 Monate umfassenden Versuchszeit zwischen den Werten 0,16—0,163, 0,191—0,194, 0,542—0,546, 6,3—6,49 und 7,87—8,18.

Die Ladungen Q_t wurden mittels CARPENTIERschem astatischen Galvanometers und teilweise mit SIEMENSschem ballistischen Galvanometer in der in Figur 2 der oben erwähnten Mitteilung I angegebenen Anordnung gemessen; das ballistische Galvanometer habe ich mit ELLIOTTschem Mikakondensator geeicht.*

Während der Versuche war die ballistische C. G. S. Konstante des SIEMENSschen Instrumentes nahezu unverändert $0{,}00248.10^{-7}$. (Während der Versuche in den Jahren 1900 und 1901 schwankte die Konstante zwischen $0{,}00246.10^{-7}$ und $0{,}0025.10^{-7}$.)

Das CARPENTIERsche ballistische Galvanometer verwendete ich in Stromkreisen von 1520, 2500 und 10520 Ohm. Int. Gesamtwiderstand.

Die ballistische C. G. S. Konstante dieses Instrumentes war:

im Stromkreis von	1520 Ohm	Widerstand	$0{,}1976.10^{-7}$ bis $0{,}199.10^{-7}$
„ „	„ 2500 „	„	$0{,}1646.10^{-7}$ „ $0{,}1672.10^{-7}$
„ „	„ 10520 „	„	$0{,}128.10^{-7}$ „ $0{,}1293.10^{-7}$
und im offenen Stromkreis			$0{,}1162.10^{-7}$ „ $0{,}1165.10^{-7}$

Die Zeit wurde mittels Chronographs und Metronoms gemessen.

Die orientierenden Versuche habe ich auf die in der zitierten zweiten Mitteilung beschriebenen Kondensatoren ausgedehnt, eingehenden Versuchen habe ich diesmal jedoch nur die Crownglas-, Megohmit- und SZVETICSsche Paraffin-Kondensatoren** unterzogen.

Vor Aufnahme der Entladungskurven habe ich in den früher beschriebenen Anordnungen (siehe Mitteilung I und II in der ETZ.) die Kapizität der Kondensatoren und deren Isolationswiderstand zu dem Zwecke bestimmt, um mich zu überzeugen, ob seit den früheren Untersuchungen der molekulare Zustand der einbezogenen Isolatoren sich merkbar verändert habe; die Messungen ergaben, daß in der Zwischenzeit keine nennenswerten Veränderungen eingetreten waren.

---

* Die charakteristischen Daten dieser zwei Instrumente habe ich in den bereits zitierten Abhandlungen mitgeteilt.

** Im Laboratorium des Herrn EMIL v. SZVETICS in Budapest hergestellt.

Die Entladungskurven habe ich in der Weise bestimmt, daß ich auf die Kondensatoren die polarisierende elektromotorische Kraft V_o während der Ladungszeiten $T_1 = 5$ Sek. bis $T_1 = 600$ Sekunden einwirken ließ, und dann die Verbindung zwischen Stromquelle und Kondensator unterbrechend, diejenigen Momentanwerte V_t der elektromotorischen Kraft beobachtete, die im Zeitpunkt t vom Moment der Unterbrechung an gerechnet eintraten. Gleichzeitig untersuchte ich, welchen Einfluß der Richtungswechsel der elektromotorischen Kraft während der Ladung auf die Entladungskurven ausübe. Zu diesem Zwecke habe ich die Kondensatoren in der einen Richtung während der Zeiten $T_1' = 5$ bis 600 Sekunden polarisiert, am Ende der Periode T_1' plötzlich die Richtung der polarisierenden elektromotorischen Kraft geändert und in dieser Richtung das Dielektrikum während der Zeit T_1 polarisiert; nach der Zeit T_1 wurde die Verbindung mit der Stromquelle unterbrochen und die Beobachtung der Entladungskurven begonnen.

Weiter mußte ich mein Augenmerk dem Einfluß der jeweiligen Kurzschlußdauer T_2 nach Erfolg der Aufnahme der Entladungskurven zuwenden; bei den orientierenden Versuchen wurde die Zeit T_2 zwischen 30—300 Sekunden variiert.

Zur Vermeidung einer Beeinflussung der Beobachtungen durch Rückstand der vorhergehenden Ladungen, mußten die nach dem vorhergehenden Kurzschluß noch bemerkbaren Rückstände durch kurze Ladung in entgegengesetzter Richtung vernichtet werden; die Abwesenheit jeglichen Rückstandes wurde durch ein, an den offenen Kondensator geschaltetes empfindliches Elektrometer von Fall zu Fall und vor Aufnahme einer jeden Entladungskurve festgestellt.

Die stetige Ablesung der Elektrometer, das gleichzeitige Notieren der Werte, die richtige Einschaltung und Vertauschung der Elektrometer verschiedener Empfindlichkeit erfordert ziemliche Gewandtheit, doch zeigen die nachfolgenden Versuchsresultate, daß mit Hilfe der nötigen Übung große Beobachtungssicherheit erreicht werden kann.

Aus den zahlreichen Versuchsreihen will ich nur die charakteristischen Beispiele und unbedingt verläßliche Ergebnisse herausgreifen.

Die Tafeln I, II und III geben die Entladungskurven des in der oben zitierten Mitteilung II beschriebenen Crownglas-Kondensators.

Die Schichtendicke dieses Kondensators ist $d = 0{,}065$ cm, die polarisierte einfache Fläche $S = 1440$ cm^2, das polarisierte Volumen $v = 93{,}6$ cm^3. Die in 1901 mit diesem Kondensator ausgeführten Versuche ergaben für die Kapazität die Werte zwischen 0,021—0,0251 Mikrofarad. Die Dielektrizitätskonstante schwankte also zwischen den Werten 10,7 —12,8 bei 20—21° C. Der spezifische Widerstand schwankte innerhalb ziemlich weiter Grenzen um 4.10^{13} Ohmzentimeter.

Die erste horizontale Reihe der unten mitgeteilten Tafeln gibt die laufende Reihe der Versuche, die zweite Reihe die Dauer T_1' der Polarisation in negativer Richtung, die dritte Reihe die Zeitdauer T_1 der unmittelbar auf jene folgenden Polarisation in positiver Richtung. Die erste Kolonne mit der Überschrift t gibt die Zeit vom Ende der Ladungszeit T_1 gerechnet, d. h. die seit der Unterbrechung der Verbindung zwischen Stromquelle und Kondensator verflossene Zeit in Sekunden. Die übrigen Kolonnen geben die der Zeit t entsprechenden Momentwerte V_t der elektromotorischen Kraft des offenen Kondensators.

Tafel I zeigt, daß der Einfluß der Ladungszeit T_1 und der Dauer T_1' der vorhergehenden entgegengesetzten Ladung bereits bei verhältnismäßig niedriger elektrostatischer Beanspruchung deutlich wahrnehmbar ist. So ist z. B. in der 50. Sekunde von der Unterbrechung an gerechnet für $T_1' = 0$ und $T_1 = 5$ Sek. $V_t = 9{,}67$, $T_1' = 0$ und $T_1 = 120$ Sek. $V_t = 17{,}12$, für $T_1' = 60$ und $T_1 = 5$ $V_t = 2{,}0$, für $T_1' = 120$ und $T_1 = 5$ $V_t = -0{,}256$ (!). Für $t = 180$ Sek. sinkt V_t in den drei Fällen auf 1,68 bezw. 4,25, —0,232 und —0,704 % der Ladungsspannung.

Bei höheren polarisierenden elektromotorischen Kräften wird der Einfluß der Ladungszeiten noch auffälliger. So ist z. B. aus Tafel II ersichtlich, daß bei rund 254 Volt Ladungsspannung im Zeitpunkte $t = 180$ Sek. für $T_1' = 0$ und $T_1 = 5$ Sek. $V_t = 2{,}28$ % der Anfangsspannung, für $T_1' = 0$ und $T_1 = 240$ Sek. 7,28 %, für $T_1' = 240$ und $T_1 = 5$ Sek. —2,69 % beträgt. Für $T_1' = 240$ und $T_1 = 5$ erreicht im Laufe der Entladung V_t ungefähr in der

100. Sekunde das negative Maximum, das 3,5 % der Anfangsspannung d. h. —8,83 Volt erreicht.

Figur 1 gibt die aus den Daten der Tafel II für V_t und t konstruierten Kurven Nr. 6, 7, 8, 9, 10 und 14. Figur 2 gibt die V_t-Kurven Nr. 6—14 mit zehnfach vergrößerter Voltskala.

Tafel I.

Crownglas-Kondensator Nr. III.

Beanspruchung ca. 954 $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6
T_1'	0	0	0	0	60	120
T_1	5	20	40	120	5	5
t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t
0	61,7	62,8	62,0	62,0	62,7	61,4
5	44,2	48,8	49,8	51,0	37,7	34,65
10	33,32	39,3	41,05	42,8	22,85	20,15
20	21,95	27,35	29,08	32,0	9,67	8,34
30	16,52	20,47	—	24,95	—	4,56
40	13,13	16,56	18,65	20,90	3,76	1,60
50	9,67	13,05	14,40	17,12	2,0	0,256
60	7,99	10,32	11,95	14,20	1,12	—0,496
70	6,08	8,40	9,82	11,85	0,528	—0,848
80	4,86	6,88	8,14	9,76	0,192	—0,992
90	4,16	5,76	6,88	8,53	—	—1,056
100	3,54	4,88	5,87	7,36	—0,16	—1,007
110	2,96	4,08	4,94	6,36	—0,208	—0,96
120	2,48	3,49	4,25	5,58	—0,256	—0,912
130	2,12	2,96	3,66	4,88	—0,272	—0,80
150	1,568	2,24	2,75	3,75	—0,224	—0,656
180	1,04	1,472	1,845	2,635	—0,144	—0,432
200	—	—	—	—	—	—0,224

Tafel III gibt die V_t-Kurven für polarisierende elektromotorische Kräfte zwischen 401 und 405 Volt.

Die Kurven für die Kolonnen Nr. 1—8 gibt Figur 3, Figur 4 aber zeigt die Kurven der Kolonnen 1—13 in zwanzigfach vergrößerter Voltskala. In der 180. Sekunde z. B. sinkt die elektromotorische Kraft V_t für Kurve 1 auf 2,03 %, für Kurve 4 auf

5,7 %, für Kurve 8 auf −2,25 % herab. Für $T_1' = 240$ und $T_1 = 5$ war das Minimum −12,55 %. Die Kulmination trat ebenso wie in der vorerwähnten Serie in der 100. Sekunde ein.

In Verbindung mit obigen Versuchen habe ich in den verschiedenen Punkten V_t und t dieser Kurven die den momentanen elektromotorischen Kräften entsprechenden Ladungen Q_t in der Weise bestimmt, daß ich den Kondensator im Zeitpunkte t durch das ballistische Galvanometer entlud.

Tafel IV gibt die V_t und Q_t Werte für eine Anfangsspannung von 61—62 Volt; die erste Kolonne gibt die seit Beginn der Entladung des offenen Kondensators verstrichene Zeit t in Sekunden, die zweite Kolonne gibt die entsprechenden Momentanwerte V_t und die dritte Kolonne die diesem Werte entsprechende und ballistisch beobachtete Ladung Q_t; Kolonne 4 gibt die Ladungsspannung, Kolonne 5 gibt die aus den Werten Q_t und V_t gerechneten Kapazitäten $k_t = \frac{Q_t}{V_t}$, Kolonne 6 gibt endlich die Ladungszeit T_1' und T_1.

Tafel V gibt die Werte Q_t, V_t und k_t für Anfangsspannung zwischen 261 — 262 Volt, Tafel VI für die Anfangsspannung von 402 Volt.

Die k_t Werte der Tafel IV schwanken zwischen 0,02 415 bis 0,02 665 Mikrofarad, in Tafel V zwischen 0,0194—0,0257 Mikrofarad und in Tafel VI zwischen 0,0204 — 0,02 715 Mikrofarad, woraus ersichtlich ist, daß aus den V_t-Werten und den ballistisch gemessenen Q_t-Werten *keinerlei Schluß auf die im Dielektrikum vor sich gehenden langsamen Veränderungen gezogen werden kann* und daß der aus den Momentanwerten Q_t und V_t gerechnete Wert $\frac{Q_t V_t}{2}$ *nicht* die gesamte im Glasdielektrikum aufgehäufte Energie gibt.

Ähnliche Verhältnisse finden wir für den in der oben erwähnten zweiten Mitteilung beschriebenen Megohmitkondensator.

Die Dimensionen dieses mit Nr. X bezeichneten, aus Mikaplatten zusammengelegten Kondensators waren: $d = 0{,}21$ cm, die polarisierte einfache Fläche $S = 50\,600$ cm^2, das polarisierte Volumen $v = 10\,625$ cm^3.

Tafel

Crownglas-

Beanspruchung

Laufende Nummer	0	1	2	3	3′	4	5	6
T_1'	5	0	0	0	0	0	0	20
T_1	5	5	20	40	80	120	240	5
t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t
0	254,0	253	254	254,6	254	252,6	253,5	254
5	168,2	180	199,4	204,0	211,5	214,5	218,5	146,2
10	126,2	140,8	151,3	166,5	179,0	185,3	189	111,3
15	99,0	120,5	—	—	—	162,5	166,2	85,7
20	81,8	95,2	112,7	120,7	127,4	144,7	146,8	66,7
30	57,9	69,2	84,7	93,9	99,1	118,0	120,7	43,0
40	44,1	53,6	65,6	73,2	79,3	98,5	101,7	30,0
50	34,5	42,5	51,3	58,4	64,2	80,8	86,3	—
60	27,9	34,35	41,6	47,1	52,6	69,2	71,3	18,04
70	22,6	28,55	33,95	39,55	44,1	58,7	61,7	13,92
80	18,4	23,9	28,15	32,85	37,5	51,9	53,9	10,95
90	15,62	19,9	23,65	27,77	31,9	45,4	47,5	8,68
100	13,14	16,98	20,02	23,66	27,55	39,9	41,9	6,99
110	11,25	14,50	17,10	21,20	23,70	35,4	37,3	5,72
120	9,62	12,16	14,92	18,33	21,25	27,15	33,55	4,56
130	8,45	11,02	12,77	16,07	18,80	—	30,25	3,86
140	7,34	9,63	—	—	16,5	25,35	27,3	3,30
150	—	—	10,45	12,07	—	—	—	—
160	5,55	7,4	—	—	13,18	20,7	22,05	2,255
180	4,35	5,76	7,38	8,74	10,66	16,77	18,45	1,61
200	3,43	4,57	—	—	8,83	13,76	15,37	1,158
220	2,705	3,70	4,935	5,79	7,35	11,57	12,88	0,79
240	2,175	2,98	—	—	6,19	9,79	10,94	0,532
260	1,74	2,4	3,64	4,16	5,27	8,31	9,34	0,354
280	1,40	1,93	3,10	3,36	4,52	7,12	8,05	0,2255
300	1,142	1,61	2,68	3,085	3,97	6,13	7,00	0,0967
320	—	1,35	2,38	2,75	3,52	5,28	6,12	—
340	—	—	2,10	2,43	3,17	—	5,36	—
360	—	—	1,91	2,16	2,82	—	4,72	—
380	—	—	1,747	1,953	2,57	—	—	—

II.

Kondensator Nr. III.

ca. 3910 $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$.

7	8	9	10	11	12	13	14	Laufende Nummer
40	120	240	10	20	40	120	240	T_1'
5	5	5	20	20	20	20	20	T_1
V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	t
253,5	253,5	252,5	254	254	254	254	254	0
151,2	143,0	142,82	196,1	193	188,8	190,2	189,3	5
100,5	90,2	82,50	152,5	152,5	148,5	141,6	148,3	10
66,7	61,5	57,8	124,5	124,5	121,6	112,4	117,2	15
52,1	42,5	39,35	104,7	104,7	98,7	92,8	95,9	20
32,75	20,07	15,95	79,2	76,0	70,5	62,2	66,0	30
20,85	3,02	5,41	60,0	56,7	51,0	42,8	45,3	40
13,78	—	0,451	46,2	43,7	39,3	31,25	32,85	50
10,32	—0,483	—4,59	37,65	34,9	30,8	22,95	24,10	60
7,0	—2,945	—6,44	30,80	28,35	24,15	17,8	17,4	70
4,75	—4,47	—7,81	25,2	23,05	19,55	13,92	12,57	80
3,155	—5,32	—8,57	21,95	19,10	16,75	10,51	9,8	90
2,095	—5,76	—8,83	18,23	16,42	13,85	7,96	6,84	100
1,336	—5,96	—8,62	15,52	14,18	11,38	5,99	4,50	110
0,757	—5,96	—8,54	13,10	11,93	9,50	—	3,0	120
0,354	—5,84	—8,42	11,25	10,18	8,00	—	1,515	130
0,105	—5,70	—7,98	9,61	8,68	6,72	2,357	0,505	140
—	—	—	—	—	—	—	—	150
—0,3705	—5,28	—7,49	7,14	6,59	4,82	1,177	—0,915	160
—0,564	—4,83	—6,8	5,37	4,97	3,48	0,3025	—1,785	180
—0,692	—4,295	—6,19	4,05	3,785	2,58	—0,1748	—2,285	200
—0,741	—4,09	—5,51	3,12	2,875	1,882	—0,509	—2,53	220
—0,757	—3,69	—5,07	2,37	2,21	1,406	—0,70	—2,69	240
—0,773	—3,38	—4,64	1,80	1,72	1,06	—0,796	—2,73	260
—0,773	—3,06	—4,235	1,342	1,31	0,759	—0,86	—2,765	280
—0,757	—2,735	—3,86	1,012	0,981	0,506	—0,955	—2,65	300
—0,741	—2,56	—3,575	0,727	—	0,332	—0,97	—2,60	320
—0,709	—2,335	—3,27	0,474	—	0,221	—1,003	—2,445	340
—0,709	—	—	—	—	—	—0,923	—2,355	360
—	—	—	—	—	—	—0,906	—	380

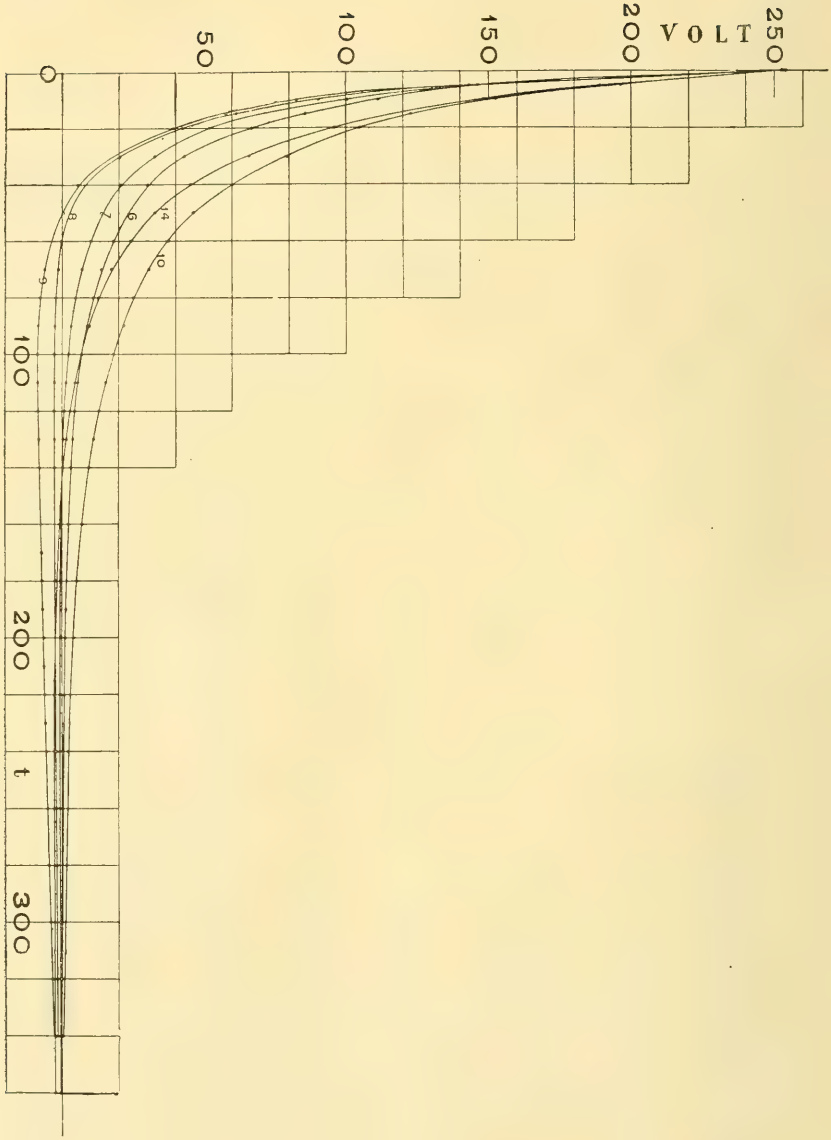


Fig. 1.

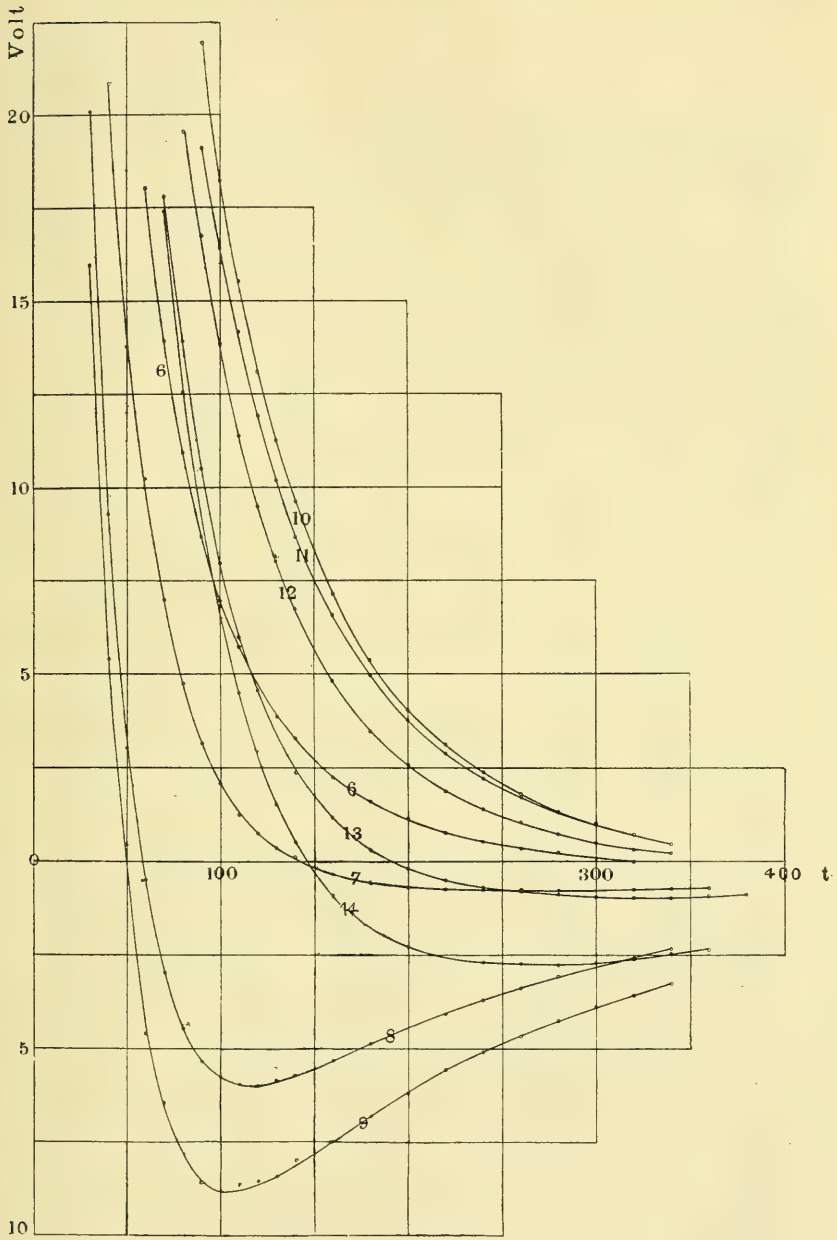


Fig. 2.

Tafel

Crownglas-

Beanspruchung

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7
T_1'	0	0	0	0	20	40	120
T_1	5	20	40	120	5	5	5
t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t
0	405	401,5	403	403	403	403	403,
5	286,0	324,0	324	337	234,5	224	216,7
10	220,5	266,8	269	285	162,5	142	135
15	177,6	—	226,5	249,5	120,0	99,8	88,5
20	146,7	—	197,2	217,5	94,4	71,7	57,8
30	108,0	144,7	150,8	171,0	68,1	44,3	30,2
40	80,8	115,3	120,4	140,4	39,1	27,8	12,59
50	66,0	94,2	96,6	115,6	29,0	17,9	3,75
60	53,15	78,3	78,4	95,6	21,8	12,8	—0,438
70	43,60	61,5	73,6	88,3	16,6	8,8	—3,60
80	36,50	52,0	62,5	75,9	13,02	6,25	—5,23
90	31,70	44,5	53,5	66,7	10,45	4,53	—6,06
100	25,60	38,4	46,75	57,6	8,50	3,43	—6,43
110	—	33,2	40,35	50,9	6,99	2,58	—6,43
120	18,72	29,0	35,20	45,1	5,81	2,12	—6,26
130	16,05	24,9	31,25	40,2	4,83	1,746	—5,93
140	13,90	22,0	27,7	35,8	3,92	1,56	—5,59
150	—	—	—	—	—	—	—
160	10,6	16,88	20,95	29,25	2,96	1,282	—4,93
180	8,25	13,28	16,31	22,95	2,18	1,133	—4,21
200	6,57	10,47	13,0	18,65	1,69	1,189	—3,545
220	5,25	8,63	10,44	15,18	1,325	1,225	—2,92
240	4,28	7,11	8,55	12,64	1,072	1,265	—2,39
260	3,53	5,88	7,10	10,57	0,817	1,30	—1,953
280	2,92	4,89	5,95	8,92	0,635	—	—1,549
300	2,425	4,11	4,98	7,64	0,527	—	—1,222
320	2,025	3,49	4,18	6,59	0,435	—	—0,912
340	1,72	2,98	3,59	5,71	0,363	—	—,0638
360	—	—	—	5,05	—	—	—0,474
380	—	—	—	—	—	—	—0,273
400	—	—	—	—	—	—	—0,073
420	—	—	—	—	—	—	+0,0547
440	—	—	—	—	—	—	+0,20

III.

Kondensator Nr. III.

ca. 6240 $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$.

8	9	10	11	12	13	Laufende Nummer
240	10	20	40	120	240	T_1'
5	20	20	20	20	20	T_1
V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	t
405,5	403	403,5	401,0	402,5	403,0	0
217,4	306,5	304,0	300,7	295,0	296,5	5
138,8	245,5	243,0	232,0	224,0	222,5	10
92,2	201,0	195,5	190,0	175,2	175,3	15
62,3	167,6	168,0	187,4	141,0	140,0	20
28,76	123,0	119,8	111,6	97,0	92,8	30
10,07	93,6	91,3	83,5	69,0	64,6	40
1,568	74,3	71,5	64,1	50,7	45,5	50
—5,02	60,3	57,0	50,35	37,6	32,4	60
—8,82	49,6	46,3	40,30	28,4	23,3	70
—11,2	41,2	38,35	32,9	21,7	16,88	80
—12,12	34,5	31,95	27,0	17,75	12,80	90
—12,53	29,15	26,95	22,65	13,80	9,40	100
—12,50	24,85	23,00	19,75	10,85	6,5	110
—12,27	22,25	20,35	16,80	8,55	4,47	120
—11,86	19,40	17,48	14,42	6,78	2,87	130
—11,33	16,95	15,44	12,46	5,35	1,63	140
—	—	—	—	—	—	150
—10,22	13,13	12,04	9,62	3,40	0,097	160
—9,12	10,42	9,58	7,58	2,16	—0,835	180
—8,07	8,44	7,83	6,06	1,437	—1,28	200
—7,11	6,94	6,22	4,98	0,933	—1,495	220
—6,115	5,75	5,34	4,18	0,622	—1,65	240
—5,49	4,83	4,57	3,58	0,427	—1,63	260
—4,82	4,145	3,98	3,03	0,292	—1,552	280
—4,25	3,555	3,52	2,72	0,233	—1,476	300
—3,76	3,135	3,11	2,43	0,175	—1,36	320
—3,33	2,75	2,80	2,20	0,175	—1,26	340
—2,96	2,46	—	—	—	—1,45	360
—	—	—	—	—	—	380
—	—	—	—	—	—	400
—	—	—	—	—	—	420
—	—	—	—	—	—	440

Die im Laufe des Jahres 1901 ausgeführten Versuche ergaben für k 0,113 Mikrofarad als größten und 0,1085 als kleinsten Wert bei 19,5° C. Die Dielektrizitätskonstante D liegt also annähernd zwischen den Werten 5,09 und 5,31. Der Isolationswiderstand schwankte zwischen 5000—7000 Megohm, der spezifische Widerstand zwischen $1{,}1{,}10^{15}$ und $1{,}4{,}10^{15}$ Ohmcentimeter.

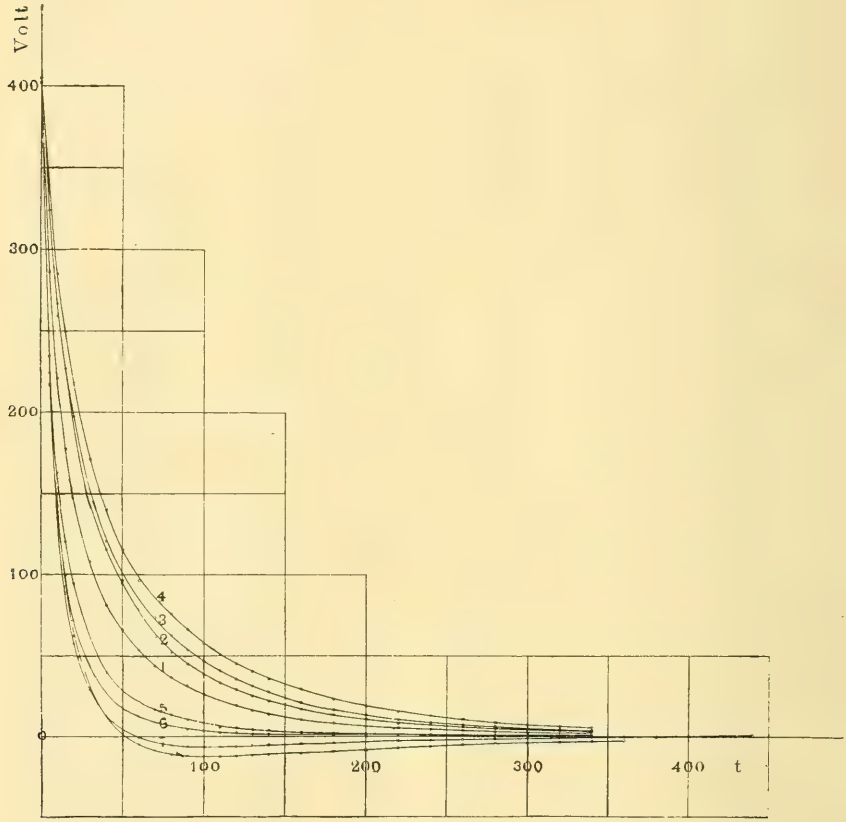


Fig. 3.

Tafel VII zeigt die V_t-Kurven des Kondensators Nr. X für Anfangsspannung zwischen 81,3 — 82,5 Volt, Tafel VIII die V_t Kurven für 383,5 Volt.

Der Einfluß der Ladungszeiten T'_1 und T_1 ist auch hier deutlich wahrnehmbar, jedoch nicht in demselben Maße wie im

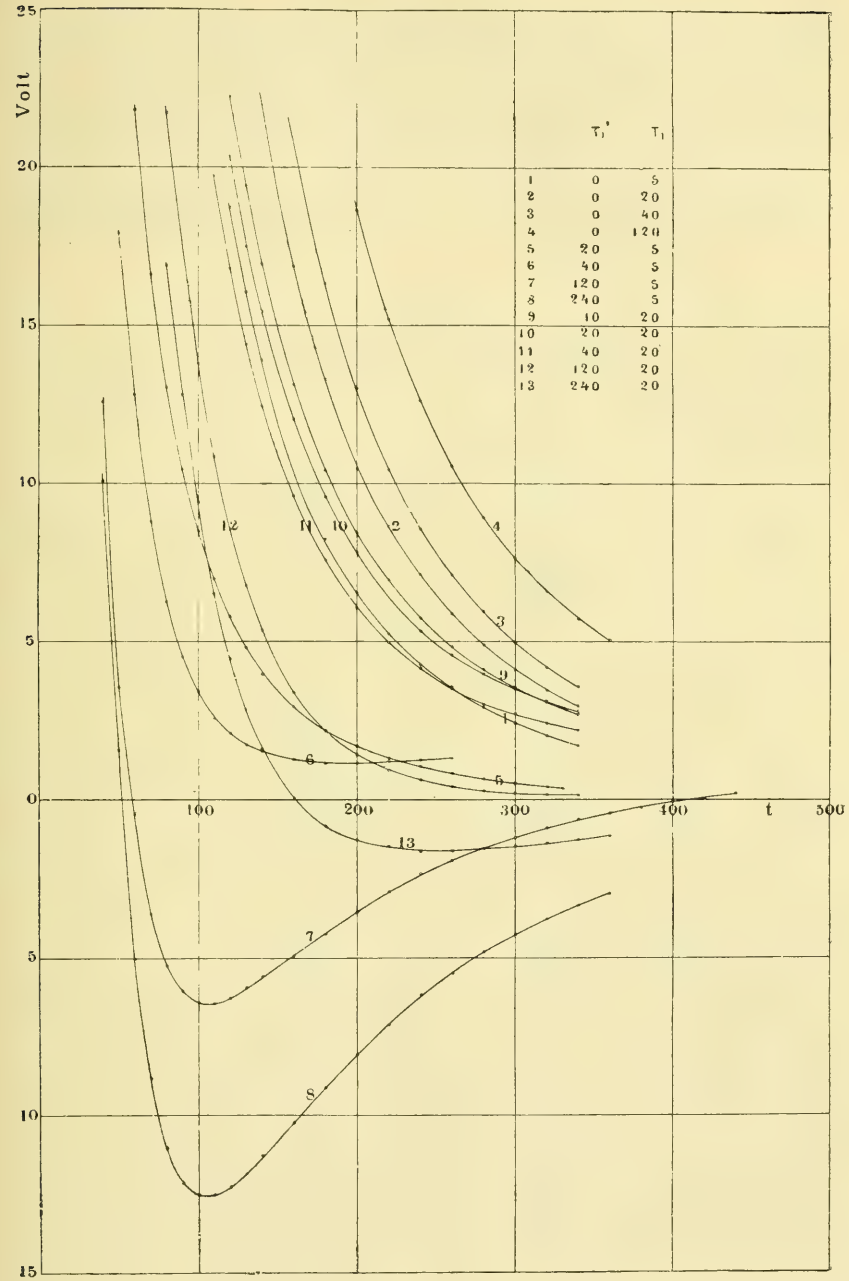

Volt
25
20
15
10
5
0
5
10
15
100
200
300
400
t
500
τ_1' τ_1
1 0 5
2 0 20
3 0 40
4 0 120
5 20 5
6 40 5
7 120 5
8 240 5
9 10 20
10 20 20
11 40 20
12 120 20
13 240 20

Fig. 4.

oben beschriebenen Crownglas-Kondensator. Weiter ist zu bemerken, daß die Entladung in diesem Dielektrikum zufolge des größeren spezifischen Widerstandes viel langsamer verläuft.

Für eine Ladungszeit von 81 Volt und für $t = 280$ Sek. war $T_1' = 0$ und $T_1 = 5$ Sek. $V_t = 59{,}8\ \%$, für $T_1' = 0$ und $T_1 = 120$ $77{,}9\ \%$, für $T_1' = 120$ und $T_1 = 5$ $39{,}9\ \%$ der Anfangsspannung. Für die Anfangsspannung von 383,5 Volt betrug für $t = 280$ Sek.

Tafel IV.

Crownglas-Kondensator Nr. III.

t	$\frac{a}{V_t}$	$\frac{A}{Q_t \cdot 10^7}$	V_0	k_t	
0	61,4	1,505	61,4	0,0245	
10	36,1	0,938	61,3	0,0260	
20	24,25	0,625	61,3	0,0258	$T_1' = 0,\ T_1 = 10$
40	13,51	0,3587	61,4	0,02655	
60	9,54	0,245	61,4	0,02565	
t	$\frac{b}{V_t}$	$\frac{B}{Q_t \cdot 10^7}$	V_0	k_t	
0	61,4	1,514	61,4	0,02465	
10	38,35	0,97	61,4	0,0253	
20	26,62	0,692	61,4	0,026	$T_1' = 0,\ T_1 = 20$
40	15,62	0,407	61,4	0,02605	
60	10,64	0,270	61,4	0,02538	
t	$\frac{c}{V_t}$	$\frac{C}{Q_t \cdot 10^7}$	V_0	k_t	
0	62,0	1,577	62	0,02545	
10	41,7	1,094	62	0,02625	
20	33,6	0,877	62	0,0261	$T_1' = 0,\ T_1 = 120$
40	20,25	0,539	62	0,02665	
60	13,97	0,319	62	0,02285	
t	$\frac{d}{V_t}$	$\frac{D}{Q_t \cdot 10^7}$	V_0	k_t	
0	61	1,474	61	0,02417	
20	22	0,5305	61	0,02415	$T_1' = 120,\ T_1 = 20$
40	10,95	0,268	61	0,02445	

V_t im ersten Falle 54,3 %, im zweiten Falle 71,5 % und im dritten Falle 32,15 %.

Es ist zu bemerken, daß für kleine Polarisationszeiten T_1 die denselben Zeitpunkten t entsprechenden Werte V_t mit der Dauer der Ladungszeiten T_1 anfangs rasch zunehmen, bei höheren Ladungszeiten — etwa über 60 Sekunden — ist der Einfluß der Ladungszeit T_1 weniger auffällig.

Tafel V.

Crownglas-Kondensator Nr. III.

t	a / V_t	A / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	261,5	5,08	261,5	0,0194	
10	144,5	3,235	261,5	0,02235	
40	56,3	1,308	261,5	0,02326	$T_1' = 0$, $T_1 = 5$
100	19,42	0,447	261,5	0,02302	
200	5,15	0,1183	261,5	0,02296	
t	b / V_t	B / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	261,5	5,49	261,5	0,02098	
10	179,2	4,105	261,5	0,0229	
40	83,5	2,027	261,5	0,02428	$T_1' = 0$, $T_1 = 40$
100	28,4	0,731	261,5	0,02575	
200	8,64	0,2185	262	0,0253	
t	c / V_t	C / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	261	5,60	261	0,02145	
40	90,2	2,195	261	0,02436	$T_1' = 0$, $T_1 = 120$
100	32,75	0,845	260,5	0,0258	
t	d / V_t	D / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	261,0	5,275	261	0,0202	
10	87,4	1,975	261	0,0226	
40	10,65	0,238	261	0,02235	$T_1' = 120$, $T_1 = 5$
60	—1,746	—0,0772	261	0,0442	
100	—5,79	—0,151	261	0,0261	
54,0	0	—0,0513	261	—	

Die Figuren 5 und 6 geben die V_t Kurven aus den Tafeln VII und VIII.

Tafel IX gibt die ballistisch gewonnenen Werte Q_t und aus diesen gerechneten Werte k_t des Megohmitkondensators Nr. X für

Tafel VI.

Crownglas-Kondensator Nr. III.

t	a / V_t	A / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	402	8,97	402	0,02235	
10	205,2	4,99	402	0,02433	
40	73,3	1,80	402	0,02455	$T_1' = 0,\ T_1 = 5$
80	30,85	0,792	402	0,02567	
120	16,14	0,399	402	0,02471	
t	b / V_t	B / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	402	9,52	402	0,02367	
10	261	6,36	402	0,02438	
40	114,0	2,925	402	0,02565	$T_1' = 0,\ T_1 = 40$
80	53,0	1,39	402	0,02625	
120	28,9	0,759	402	0,02628	
t	c / V_t	C / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	402	9,41	402	0,0234	
10	296	6,85	402	0,02315	
40	138	3,44	402	0,0249	
80	73,3	1,859	402	0,02536	$T_1' = 0,\ T_1 = 120$
120	42,1	1,143	402	0,02715	
200	16,45	0,405	402	0,02465	
300	8,37	0,218	402	0,02605	
t	d / V_t	D / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	402	8,23	402	0,02048	
10	183	4,11	402	0,02245	
40	18,1	0,408	402	0,02255	$T_1' = 120,\ T_1 = 5$
60	0,06	0,059	402	0,982	
120	—8,12	—0,218	402	0,02687	
200	—6,15	—0,154	402	0,02505	

verschiedene Ladungszeiten T_1' und T_1 für die Ladungsspannung von 393,5 bezw. 397 Volt. Die Kapazität k_t schwankt zwischen 0,1085—0,113 Mikrofarad, also zwischen engen Grenzen. Dieses Resultat ergibt in Hinsicht auf die V_t-Kurven, daß die Formel

Tafel VII.

Megohmit-Kondensator Nr. X.

Beanspruchung ca. 407 $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5
T_1'	0	0	0	0	120
T_1	5	20	40	120	5
t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t
0	81,3	81,3	82,5	81,3	81,7
5	73,9	73,15	81,2	80,5	67,05
10	70,3	69,85	80,0	80,0	58,4
15	68,0	67,60	79,0	79,4	55,9
20	66,4	65,7	78,1	79,0	53,15
30	64,2	63,7	76,7	78,25	49,50
40	62,4	62,0	75,3	77,4	47,2
50	61,2	60,9	74,3	76,6	45,4
60	60,8	60,0	73,2	75,8	43,9
70	59,2	59,1	72,3	—	42,7
80	58,4	58,4	71,4	74,2	41,7
90	57,6	57,6	70,6	—	40,9
100	56,9	57,1	69,8	72,8	40,1
110	56,2	56,5	69,0	—	39,4
120	55,6	56,0	68,35	71,8	38,65
140	54,3	55,1	67,0	70,6	37,55
160	53,4	54,5	65,6	69,4	36,70
180	52,5	53,6	64,6	68,4	35,9
200	51,7	53,1	63,4	67,2	35,2
220	50,9	52,3	62,3	66,1	34,48
240	50,15	50,9	61,4	65,05	33,82
260	49,22	50,3	60,3	64,15	33,2
280	48,60	49,5	59,5	63,35	32,6
300	47,85	48,9	58,6	—	32,05
320	47,3	48,1	57,8	—	—
340	—	47,65	—	—	—

Tafel VIII.

Megohmit-Kondensator Nr. X.

Beanspruchung ca. 1827 $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$.

Laufende Nummer	1	2	3	4
T_1'	0	0	120	240
T_1	5	120	5	5
t	V_t	V_t	V_t	V_t
0	383,5	383,5	383,5	383,5
5	345,2	379,4	314,0	303
10	328	376,0	281,5	270,4
15	315	373,2	264,5	253,1
20	306,7	370,1	252,0	238,4
30	297,0	363,7	233,2	220,2
40	289,0	359,5	222,6	206,3
50	281,5	355,0	213,6	195,8
60	275,8	348,4	205,5	189,4
70	270,8	344,2	200,8	181,4
80	265,2	340,1	195,7	175,8
90	261,0	336,0	191,0	171,8
100	257,8	332	187,0	167,8
110	253,0	327,0	183,5	162,7
120	250,5	323,8	179,5	158,0
140	244,8	315,3	173,8	153,0
160	236,5	308,7	169,7	147,5
180	231,6	302	163,2	141,7
200	227,5	296	161,5	137,0
220	222,0	289,9	157,5	134,5
240	216,0	283,9	154,2	128,9
260	212,2	278,2	150,8	126,5
280	—	274,1	146,8	123,2
300	—	267,0	—	—
320	—	—	—	—
340	—	—	—	—

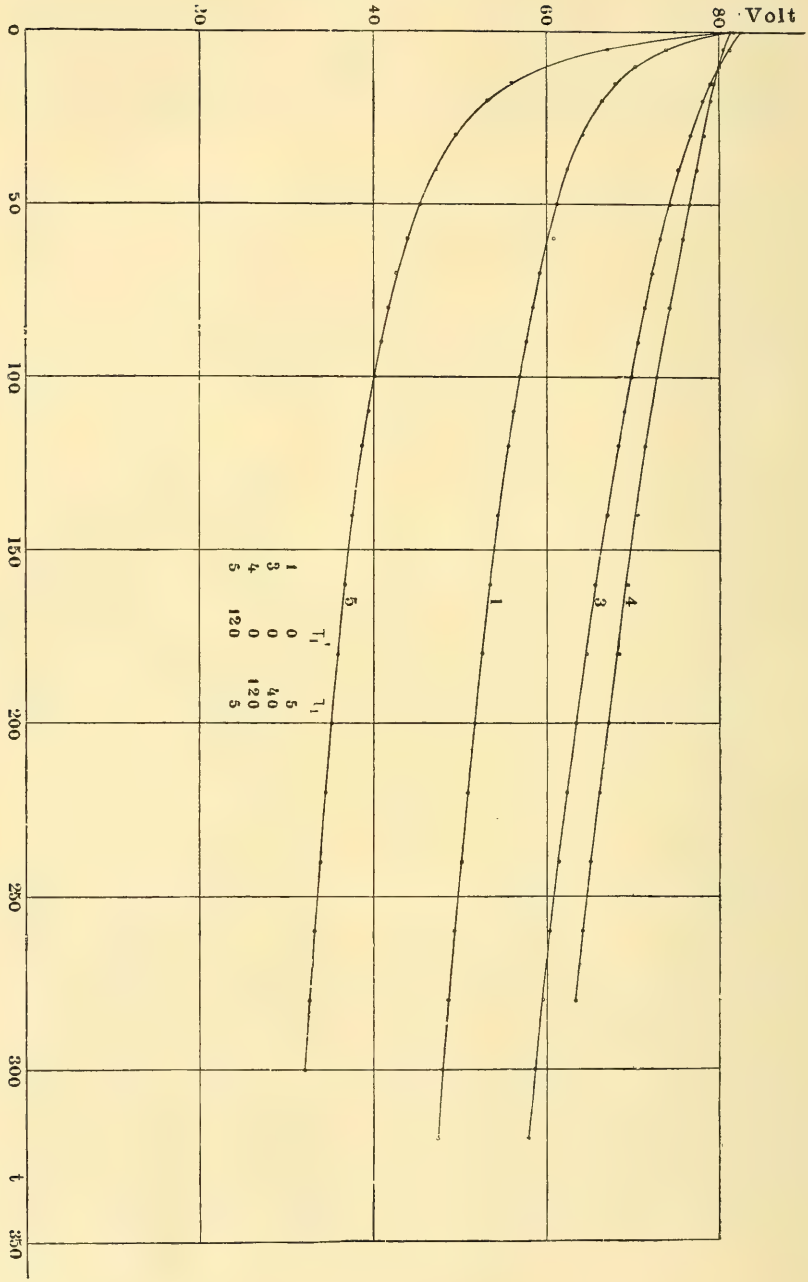


Fig. 5.

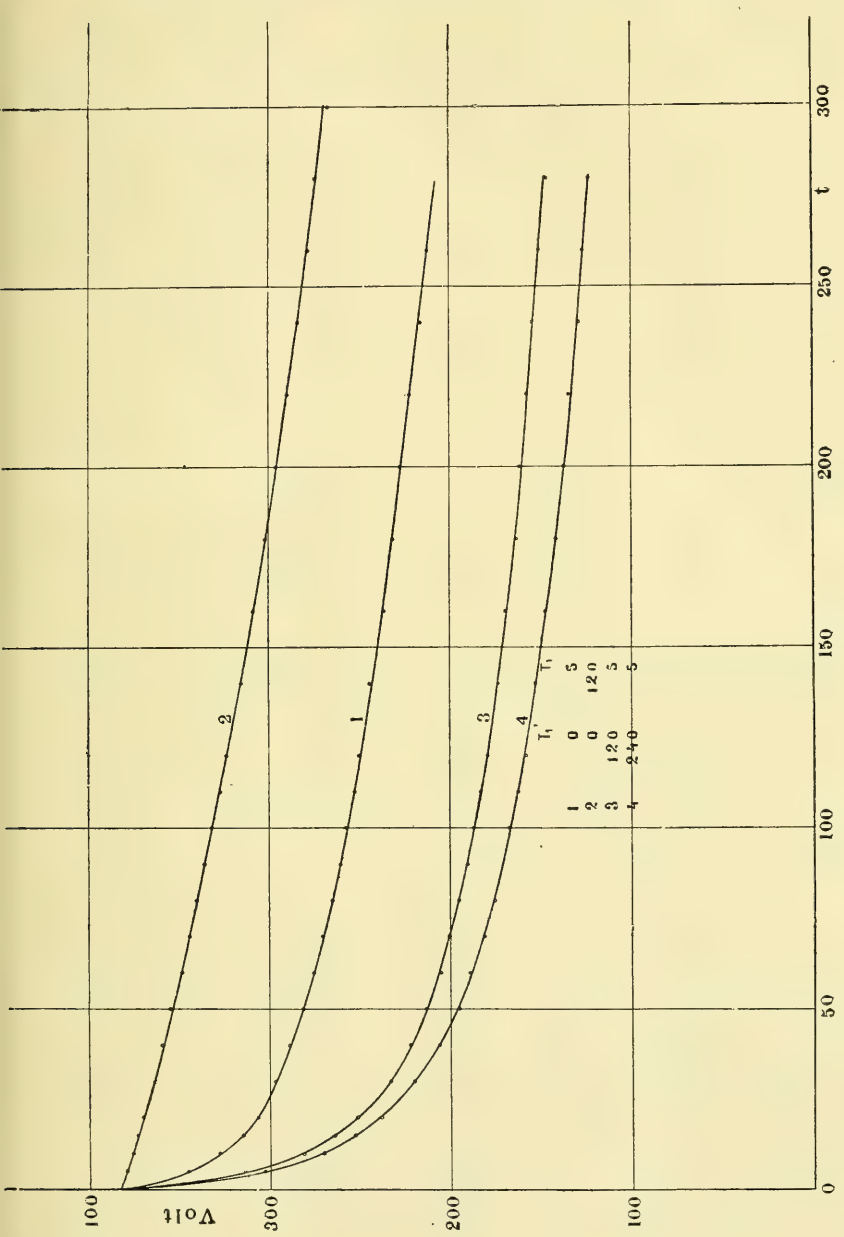

Volt
100
300
200
100
0
50
100
150
200
250
300
t
1
2
3
4
T1'
T1
1 0 5
2 0 120
3 120 5
4 240 5

Fig. 6.

Tafel IX.

Megohmit-Kondensator Nr. X.

t	a / V_t	A / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	393,5	46,45	393,5	0,118	
10	291,5	36,30	393,5	0,1247	
20	260,0	32,85	393,5	0,1263	$T_1' = 120,\ T_1 = 5$
60	212,5	27,05	393,5	0,1273	
100	181,0	—	393,5	—	
100	180,7	23,07	393,5	0,1277	
t	b / V_t	B / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	397	41,85	397	0,1054	
10	294	33,24	397	0,1132	
20	255,2	29,7	397	0,1164	$T_1' = 40,\ T_1 = 5$
60	209,9	24,36	397	0,116	
100	188,6	22,25	397	0,1179	
200	163,4	18,98	397	0,1161	
t	c / V_t	C / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	397	44,58	397	0,1122	
10	335	39,10	397	0,1166	
20	315,4	37,15	397	0,1177	
60	279,1	33,07	397	0,1183	$T_1' = 0,\ T_1 = 5$
100	258,5	30,7	397	0,1187	
200	230,0	27,4	397	0,1191	
0	397,0	45,45	397	0,1144	
t	d / V_t	D / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	397	47,6	397	0,1198	
10	383,5	46,2	397	0,1204	
20	371,7	44,6	397	0,1199	
60	343,0	41,4	397	0,1207	$T_1' = 0,\ T_1 = 40$
100	321,5	38,75	397	0,1205	
200	274,6	33,35	397	0,1215	
0	397,0	48,08	397	0,1211	
t	e / V_t	E / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	397	49,4	397	0,1243	
10	388	48,64	397	0,1253	
20	380	47,50	397	0,125	$T_1' = 0,\ T_1 = 120$
60	351,4	44,16	397	0,1255	
100	329,2	41,60	397	0,1263	

$\frac{Q_t V_t}{2}$ auch in diesem Falle nicht die gesamte im Kondensator aufgespeicherte Energie, also kein vollständiges Bild des im Dielektrikum herrschenden Polarisationszustandes gibt.

Ich will betonen, daß in Mikakondensatoren mit *sehr dünnem* Dielektrikum, von etwa 0,01—0,02 cm Schichtendicke, die den Ladungszeiten T_1' und T_1 entsprechenden verschiedenen V_t-Kurven praktisch genommen übereinstimmen, und ich gelangte auf Grund all dieser Versuche zu dem Schluß, daß die im Kondensator Nr. X beobachteten Erscheinungen mit der Schichtendicke und der schichtenförmigen Struktur zusammenhängen.

Tafel X gibt die V_t-Kurven des Paraffin-Kondensators Nr. IX, den ich in der oben erwähnten zweiten Mitteilung beschrieben habe.

Die Schichtendicke dieses Kondensators ist $d = 0{,}007$ cm, die einfach polarisierte Fläche $S = 12\,930$ cm^2, das polarisierte Volumen $v = 90{,}5$ cm^3; das Dielektrikum besteht aus in reinem Paraffin getränktem Pflanzenfaser-Papier.

Die im Laufe des Jahres 1901 mit diesem Kondensator ausgeführten Versuche ergaben für k als größten Wert 0,55, als kleinsten Wert 0,529 Mikrofarad und für die Dielektrizitätskonstante den entsprechenden Wert $D = 3{,}365$, bezw. den kleinsten Wert 3,236. Der Isolationswiderstand des Kondensators schwankte um 6800 Megohm, der spezifische Widerstand zwischen $12{,}5 \cdot 10^{15}$ und $12{,}8 \cdot 10^{15}$ Ohmcentimeter.

Tafel X zeigt, daß der Entladungsvorgang in diesem Kondensator sehr langsam verläuft.

Die Ladungszeiten T_1 sowie die Dauer T'_1 der Ladungen in entgegengesetzter Richtung haben auf die V_t-Werte wenig Einfluß. So z. B. ist für $t = 320$ und $V_t = 320$, für $T_1' = 0$ und $T_1 = 5$ der Wert $V_t = 83{,}7$ %, für $T_1' = 0$ und $T_1 = 240$ $V_t = 84{,}7$ %, für $T_1' = 120$ und $T_1 = 5$ $V_t = 74{,}7$ % der Anfangsspannung, und ähnlich naheliegende Werte erhalten wir für verschiedene elektromotorische Kräfte und für sämtliche Zeiten t. Die Kurven der Tafel X sind aus Figur 7 ersichtlich.

Diese Beobachtungen mit den in der Mitteilung II veröffentlichten Resultaten zusammengefaßt beweisen, daß in diesem Kon-

densator die viskosen Vorgänge kaum fühlbar sind, und die im Zeitpunkte t im Kondensator aufgehäufte Energie tatsächlich mit großer Annäherung durch die Momentanwerte Q_t und V_t bezw. die Formel $\frac{Q_t V_t}{2}$ gegeben ist.

Tafel X.

Paraffin-Kondensator Nr. IX.

Beanspruchung ca. 45700 $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$.

Laufende Nummer	1	2	3	4
T_1'	0	0	0	120
T_1	5	120	240	5
t	V_t	V_t	V_t	V_t
0	319	320,9	320	320
10	315	319,2	318,2	312
20	313,5	317,5	316,0	308,5
30	311,0	315,0	314,3	304
40	308,5	314,4	312,6	300
50	306	311,8	311,0	296
60	305,3	310,3	309,3	293,2
70	302,7	307,0	306,0	288,8
100	298,0	302,8	303,0	282,2
120	294,5	299,5	299,5	278,1
140	291,3	297,0	297,0	273,5
160	288,0	294,6	294,0	268,0
180	285,5	290,5	290,5	264,2
200	282,4	288,0	288,1	259,5
220	280,0	286,5	285,8	255,5
240	277,4	282,4	281,6	252,0
260	274,0	281,0	279,7	249,0
280	271,7	277,5	276,6	245,0
300	269,0	274,2	273,3	242,2
320	266,8	272,6	271,0	239,0
340	—	—	—	236,0

Dieses Resultat ist überraschend, da aus Paraffin und paraffingetränktem Papier hergestellte Blöcke und Kondensatoren sehr starke Residuumerscheinungen zeigen.

Zur Klärung dieses Widerspruchs habe ich mit Kondensatoren aus genau demselben Material wie Kondensator IX, jedoch

mit *größerer Schichtendicke* hergestellt, weitere Versuche ausgeführt, um den Einfluß der Schichtendicke auf die viskosen Erscheinungen bestimmen zu können.*

Die Paraffin-Kondensatoren größerer Schichtendicke wurden genau nach demselben Verfahren hergestellt als der oben geschilderte Kondensator Nr. IX, jedoch das Dielektrikum aus je zwei Blatt von ca. 0,015 cm Dicke hergestellt. Die Schichtendicke war durchschnittlich $d = 0{,}031$ cm, die polarisierte einfache Fläche

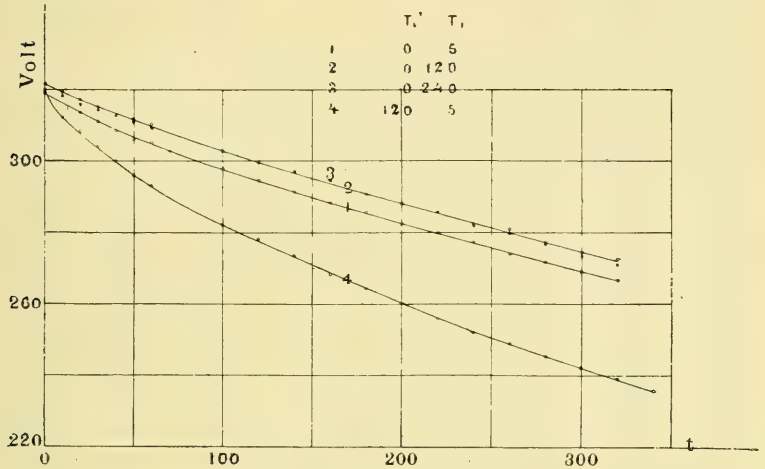


Fig. 7.

$s = 5950$ cm^2, das polarisierte einfache Volumen $v = 184{,}3$ cm^3. Die Versuche habe ich unter anderen mit fünf Stück ständig parallel geschalteten solchen Kondensatoren ausgeführt. Die entsprechenden Daten dieser nachfolgend mit XII bezeichneten Kondensatorgruppe waren also $d = 0{,}031$, $s = 29\,750$ cm^2, das polarisierte Volumen $v = 922$ cm^3. Der Isolationswiderstand schwankt in ziemlich engen Grenzen um 7000 Megohm, der spezifische Widerstand um den Wert $6{,}72 \cdot 10^{14}$ Ohmzentimeter.

Die beobachtete größte Kapazität betrug 0,265 Mikrofarad,

* Herrn Emil v. Szvetics in Budapest, der für mich 10 Stück solcher Kondensatoren zu Versuchszwecken herstellte und auf die Herstellung die größte Sorgfalt verwendete, sage ich auch hier meinen besten Dank.

die größte Dielektrizitätskonstante $D = 3{,}17$. Die Schichtendicke ist ungefähr das 4,43fache als jene des Kondensators Nr. IX.

Die Tafeln XI und XII geben die V_t-Kurven für elektro-

Tafel XI.

Paraffin-Kondensator Nr. XII.

Beanspruchung ca. 2450 $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8
T_1'	0	0	0	0	0	120	240	600
T_1	5	20	40	120	240	5	5	5
t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t
0	75,9	76,1	76,0	76	76	75,4	76,0	76,0
5	72,8	74,2	74,6	74,6	75	74,7	69,9	70,2
10	70,2	72,6	73,4	74,3	74,5	64,3	64,8	65,0
15	68,3	71,0	72,2	72,7	73,9	60,9	60,8	60,6
20	66,5	69,7	71,0	72,0	73,3	58,1	58,1	56,8
30	64,5	67,8	68,9	70,3	72,1	55,4	52,8	51,2
40	61,7	65,4	66,9	68,8	71,0	50,3	48,7	46,6
50	60,3	63,6	65,3	67,6	70,1	47,5	45,8	43,0
60	58,2	61,9	63,9	66,35	69,2	45,3	43,2	40,0
80	55,5	59,3	61,35	64,0	67,5	41,7	39,1	35,15
100	53,25	57,0	59,1	61,95	65,8	38,9	35,9	31,45
120	51,4	55,15	57,2	60,15	64,3	36,85	35,6	28,35
140	49,6	53,40	55,55	58,30	62,9	35,0	31,25	26,05
160	48,2	51,9	54,10	56,9	61,6	33,6	29,45	23,82
180	46,8	50,4	52,7	55,5	60,4	32,3	28,0	22,05
200	45,5	49,2	51,4	54,0	59,3	31,1	26,8	20,55
220	44,5	48,15	50,3	52,95	58,2	30,4	25,6	19,18
240	43,45	47,10	49,2	51,65	57,2	29,35	24,65	17,98
260	42,50	46,1	48,2	50,65	56,3	28,60	23,67	16,97
280	41,70	45,2	47,2	49,65	55,3	27,85	23,0	16,0
300	40,8	44,4	46,25	48,60	54,5	27,16	21,7	15,15
$Q \cdot 10^7$	10,44	11,4	—	12,45	14,28	7,15	5,85	4,015
C_{mfd}	0,256	0,2565	—	0,260	0,260	0,2635	0,2695	0,2595

motorische Kräfte V_k zwischen 75,4—76 und 577—577,6; am Fuße der Kolonnen sind die für den letzten Punkt der Kurve V_t, t ballistisch bestimmten Ladungswerte Q_t und die Kapazitätswerte k_t eingetragen.

Tafel XII.

Paraffin-Kondensator Nr. XII.

Beanspruchung ca. 18 600 $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8
T_1'	0	0	0	0	0	120	240	600
T_1	5	20	40	120	240	5	5	5
t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t	V_t
0	577,6	577,4	577	577	577	575,2	575,2	577
5	556,0	567,0	569	572	570	543,7	539,6	542
10	542	555	561	569	565	516,0	511	514
15	528	—	552,5	565	561	493,0	488	495
20	517,5	537	543	560	557	474,5	469	470
30	497	519,5	529	551,5	551	442,8	434,8	441,5
40	481,5	504,0	517,5	542,5	544	418,2	408	412
50	468	494	507	534,5	537,5	396,0	383,3	390
60	455	482	498	525	531,5	377,0	363,4	367,5
80	434	463	480	512	517	346	328,5	331,5
100	415	446	464	500,5	508	311,3	301,6	302
120	399,5	431	450	488	498	300,8	277,7	278,5
140	385	416	437	478	486	284	258,7	261
160	373	406,5	425	468	479	269	242,0	236,5
180	362,5	395,5	414	459	469,5	256	228,5	219,5
200	354	387	406	449	462,5	246	215	204,5
220	344	376,5	396,5	442	456	235,6	205,5	191,4
240	336	368,5	389,0	430,7	448	226,1	195,2	179,3
260	327,5	—	381,0	427	440	219	187,2	168,2
280	319	355	374,5	420,8	436	211,8	180,1	159,3
300	313	339	367,5	413,5	427	204,7	173,0	150,5
320	—	—	—	—	—	198,3	166,6	143,3
340	—	—	—	—	—	193,2	160,7	136,1
360	—	—	—	—	—	188,8	155,5	128,9
380	—	—	—	—	—	—	—	123,2
400	—	—	—	—	—	—	—	118,5
420	—	—	—	—	—	—	—	113,7
$Q \cdot 10^7$	—	89,7	91,75	102,1	108	48,27	39,8	27,8
C_{mfd}	—	0,2645	0,2528	0,2515	0,2547	0,2556	0,2560	0,2445

Auf diesen Tafeln, ebenso wie aus den entsprechenden Kurven der Figur 8 und 9 ist ersichtlich, daß der Ladungsvorgang zufolge des geringeren spezifischen Widerstandes rascher verläuft, zugleich

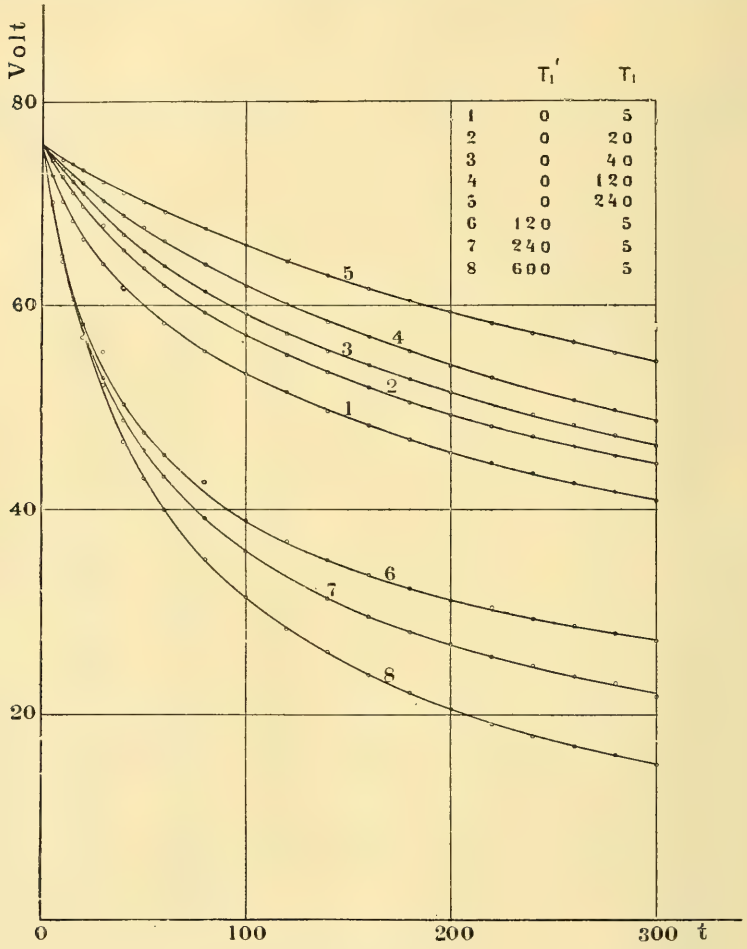


Fig. 8.

aber sieht man, daß der Einfluß der Ladungszeiten T_1' und T_1 bedeutend größer ist als im Kondensator Nr. IX.

So z. B. ist für $t = 300$ und $V_k = 76$ Volt, für $T_1' = 0$ und $T_1 = 5$ $V_t = 53{,}8\ \%$, jedoch für $T_1' = 0$ und $T_1 = 240$ $V_t = 71{,}8\ \%$,

für $T_1' = 240$ und $T_1 = 5$ $V_t = 28{,}6\ \%$ und für $T_1' = 600$ und $T_1 = 5$ und mehr $V_t = 19{,}95\ \%$ der Anfangsspannung(!); für $V_k = 577$ und dieselben Ladungszeiten sinken die entsprechenden Werte V_t für die Zeit $t = 300$ auf 54,3 bezw. 74, 30,5 und 26,1 %.

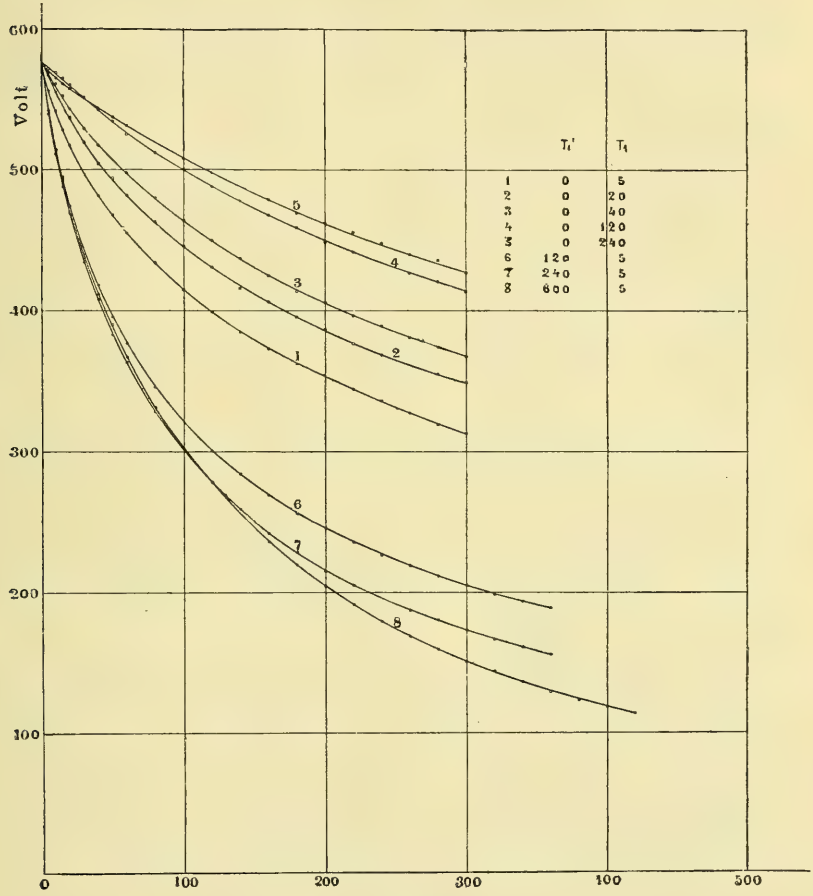


Fig. 9.

In der Tafel XIII habe ich die der Anfangsspannung $V_k = 570$ Volt entsprechenden Momentanwerte Q_t und V_t zusammengestellt.

Wir sehen, daß die Kapazitäten k_t zwischen 0,250 und 0,2565 Mikrofarad schwanken, d. h. höchstens um 2,54 % des be-

obachteten größten Wertes voneinander abweichen, obzwar der Einfluß der Ladungszeiten T_1 und T_1' auf die Entladungskurven stark fühlbar ist. Die bei Schließung des ballistischen Galvanometers beobachtete, der momentanen elektromotorischen Kraft V_t entsprechende Ladung Q_t steht also auch in diesem Falle in einem konstanten und das Dielektrikum charakterisierenden Verhältnis zu V_t. Die obigen Kurven beweisen aber, *daß dieser Wert zur völligen Charakterisierung des Dielektrikums auch in diesem Falle nicht genügt.*

Ich habe in *allen* beobachteten Fällen gefunden, daß durch die Erhöhung der Ladungszeiten T_1 die Entladungskurven ihrer ganzen Länge nach in der Richtung der V_t-Ordinaten verschoben werden; d. h. also die den verschiedenen Zeiten t entsprechenden Werte V_t steigen mit der Ladungszeit an; die der positiven Ladung T_1 vorangehenden negativen Ladungen von der Dauer T_1' verringern aber die denselben t-Werten entsprechenden Momentanwerte V_t.

Durch Erhöhung der Ladungszeiten T_1 wird die Konvexität der Kurve verringert, durch die Erhöhung der Zeiten T_1' jedoch erhöht. Diese Erscheinung ist in allen beobachteten Fällen, sogar in Paraffinkondensatoren von sehr kleiner Schichtendicke und auch in Kondensatoren aus petroleumgetränkter Pflanzenfaser hergestellt, wahrnehmbar, obzwar die Erscheinungen hier in sehr geringem Maße auftreten.

Zu Beginn des Entladungsvorganges sind die aufgenommenen Punkte vermöge der Beobachtungsschwierigkeiten nicht genügend sicher, und darum ist es zweckmäßig, bei Untersuchung der Beziehungen zwischen den einzelnen Kurven die Werte unter 10 Sekunden auszuschalten. Bei genauer Prüfung sieht man, daß die Kurven *wahrnehmbar von der logarithmischen Form* abweichen. Diese Abweichung ist selbst im Kondensator Nr. IX deutlich wahrnehmbar. In den meisten untersuchten Fällen ist der Einfluß der Ladungszeiten T_1 und T_1' auf die Momentanwerte V_t bei geringeren Ladungszeiten anfangs größer und verändern sich die derselben Zeit t entsprechenden V_t-Werte, sobald T_1 und T_1' gewisse größere Werte erreichen, nur langsam.

Zwischen den für die Momentanwerte V_t und Q_t konstruierten

Tafel XIII.

Paraffin-Kondensator Nr. XII.

t	a / V_t	A / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	572	143,7	572	0,2515	
10	525	132,3	572	0,2517	
20	504	127,4	572	0,2528	$T_1' = 0,\ T_1 = 5$
40	462	117	571	0,2534	
100	392	99,7	572	0,2545	
200	324,5	82,5	572	0,2545	
t	b / V_t	B / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	571	144,2	571	0,2525	
10	548	137,8	572	0,2515	
20	521,5	132,0	572	0,2535	$T_1' = 0,\ T_1 = 20$
40	486,0	123,2	572	0,2535	
100	417	105,8	572	0,2565	
200	346,8	88,0	572	0,2545	
t	c / V_t	C / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	570	143,6	570	0,2522	
10	551	138,0	570	0,2501	
20	529	133,5	570	0,2525	
40	494	125,0	570,4	0,2532	$T_1' = 0,\ T_1 = 40$
100	418,5	106,2	569	0,2536	
200	342,5	87,2	570	0,2545	
t	d / V_t	D / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	570	142,4	570	0,250	
10	558	141,0	570	0,2528	
20	540	136,3	570	0,2525	
40	514	130,9	570	0,2548	$T_1' = 0,\ T_1 = 120$
100	455	114,8	570	0,2525	
200	388,5	98,8	570	0,2545	
t	e / V_t	E / $Q_t \cdot 10^7$	V_0	k_t	
0	569	145	569	0,255	
10	558	142	570	0,2545	
20	547	138,7	570	0,2535	
40	529	134,2	570	0,2538	$T_1' = 0,\ T_1 = 240$
100	475,5	120,8	570	0,254	
200	430	109,4	570	0,2545	

und verschiedenen Anfangswerten V_k entsprechenden Kurven bestehen, wenigstens innerhalb der beobachteten Grenzen, keine qualitativen Unterschiede; die Maxima der denselben Ladungszeiten T_1 und T_1' in einem gegebenen Dielektrikum entsprechenden V_t-Kurven steigen in den untersuchten Grenzen etwas langsamer als die polarisierende elektromotorische Kraft V_k.

Ich habe in den meisten Fällen die den verschiedenen Anfangswerten V_0 und Ladungszeiten T_1 und T_1' entsprechenden V_t-Kurven wiederholt aufgenommen und gefunden, daß sich die Kurven zufolge der Temperaturänderungen, aber auch aus sonst noch nicht aufgeklärten Gründen verschieben; diese Verschiebungen sind jedoch so gering, daß die V_t-Kurven des Dielektrikums als *das gegebene Dielektrikum charakterisierende Kurven angesehen werden können.*

In allen Fällen — mit Ausnahme des in der Mitteilung I beschriebenen Pflanzenfaser-Kondensators — ist das Verhältnis der zwischen den Elektroden des Kondensators in einer gegebenen Zeit t herrschenden momentanen elektromotorischen Kraft V_t zu der ballistisch beobachteten entsprechenden Ladung Q_t nahezu konstant und zwar in all jenen beobachteten Fällen, in denen die dem Zeitpunkt t vorangehenden Polarisationsvorgänge die Gestalt der V_t-Kurven wahrnehmbar beeinflussen, d. h. also Nachwirkungen und viskose Erscheinungen beobachtet werden.

Die aus der Formel $\frac{Q_t V_t}{2}$ gerechnete Arbeit ist daher für einen gegebenen Kondensator ein aus dem Werte V_t definierter *bestimmter Wert und zur Charakterisierung des Dielektrikums verwendbar, genügt jedoch nicht zur Erkennung und vollständigen Charakterisierung der im Dielektrikum verlaufenden Polarisationsvorgänge.*

Wenn wir die hier mitgeteilten Resultate mit den in der I. und II. Mitteilung mitgeteilten Daten zusammenhalten, so sehen wir, daß in den dielektrischen Körpern quantitativ und qualitativ verschiedene und zur Charakterisierung des Dielektrikums heranzuziehende langsame Polarisationsvorgänge sich abspielen. Wir finden weiter in allen Fällen, daß der den Änderungen der elektromotorischen Kraft entsprechende neue Gleichgewichtszustand erst nach einer *merklichen Zeit* eintritt; im Dielektrikum spielen

sich also Vorgänge ab, die unter dem Sammelnamen der Viskosität zusammengefaßt werden können.

Diese Erscheinungen werden qualitativ und quantitativ durch die Dicke der dielektrischen Schicht beeinflußt. Der Verlauf der Nachwirkungserscheinungen wird durch die Erhöhung der Schichtendicke des Dielektrikums merkbar verlangsamt. Auffallend ist der Einfluß des spezifischen Widerstandes; all jene schlechten Leiter, deren spezifischer Widerstand verhältnismäßig gering ist, zeigen sehr starke Nachwirkungen. Besonders muß ich hier das Verhalten der Leiter II. Klasse hervorheben, die im kalten Zustande unter die schlechten Leiter gezählt werden. In diesen beobachten wir sehr starke Nachwirkungserscheinungen, und es ist nach meiner Ansicht zweifellos, daß die in diesen Körpern beobachteten viskosen Erscheinungen zum größten Teil aus der von der polarisierenden Stromquelle geleisteten chemischen Arbeit herrühren, woraus folgt, daß die Leiter II. Klasse auch im kalten Zustande — wenn auch nur sehr schwach — elektrolytisch leiten.

Es scheint überhaupt, daß in allen Fällen unter der Einwirkung der polarisierenden Kräfte im Dielektrikum eine Ionenwanderung stattfindet und daß die oben beschriebenen *viskosen Erscheinungen nicht allein elektrostatischen Polarisationserscheinungen, sondern der Wirkung der durch das Dielektrikum wandernden Ionen zuzuschreiben sind.* Es ist auf Grund der bisherigen Beobachtungen wahrscheinlich, und darauf weisen die in diversen Kabeln, besonders Telephonkabeln gemachten Erfahrungen hin, daß *das Material der das Dielektrikum polarisierenden Metallelektroden auch einen merkbaren Einfluß auf die obigen Erscheinungen habe*, da augenscheinlich Teilchen der Elektroden in das Dielektrikum einwandern.

Ich setze die Versuche in dieser Richtung weiter fort und hoffe, daß ich über diese Versuche und auch über die Beziehungen zwischen den Ladungs- und Entladungskurven weitere Angaben machen können werde.

Den Herren Ingenieuren Paul Plósz und Rudolf Jurány, die mir bei den Beobachtungen und der Verarbeitung des Versuchsmaterials behilflich waren, muß ich hier meinen besten Dank aussprechen.

3.

BEITRÄGE ZUR GRAPHISCHEN THEORIE DER GELENKTRÄGER MIT STATISCH UNBESTIMMTEN AUFLAGERDRÜCKEN.

Von Professor ANTON KHERNDL.

(Hierzu Tafel I und II.)

Obgleich die Theorie der wichtigsten Gelenkträger mit statisch unbestimmten Gegendrücken, besonders von MÜLLER-Breslau, zuerst im *Zentralblatt der Bauverwaltung* 1897, und neuestens in der 3. Auflage seines hervorragenden Werkes *„Die graphische Statik der Baukonstruktionen"*, schon behandelt wurde, so denke ich, daß die nachfolgende Lösung — da sie sich ausschließlich graphischer Hilfsmittel bedient und die Theorie der kontinuierlichen Gelenkträger auf diejenige der Träger ohne Gelenk zurückführt — nicht ohne Interesse sein dürfte.*

* Es war dem Verfasser bisher wegen Zeitmangel leider unmöglich, seine, in der Ztschr. des Ungar. Ing. u. Arch. Vereins (Magyar Mérnök és Épitész-Egylet Közlönye) und teilweise in den Fachschriften der Ungar. Akademie der Wiss. (Értekezések a Természettudományok köréből XVI. 4, und Mathematikai és természettudományi Értesitö XIII. 2) in den vorangehenden Jahren erschienenen Aufsätze auch deutsch zu veröffentlichen. Es sei von diesen Arbeiten erwähnt: Über die Theorie der statisch unbestimmten Träger (1883—84); Graphische Theorie der Versteifungsbalken der Hängebrücken (mit einer Öffnung) (1890); Graph. Theorie der Bogen mit polygonalen Spannketten (1891); Graph. Theorie der kontinuierlichen Balken und der kontinuierlichen Versteifungsbalken der Hängebrücken mit mehreren Öffnungen (1895). (Auf Grundlage letzterer wurden die statischen Berechnungen für die Budapester Elisabethbrücke mit kontinuierlichen Versteifungsbalken von 44,3, 290, 44,3 m Spannweite ausgeführt.) Graph. Theorie der kontinuierlichen Bögen mit vertikalen Zwischenstützen-Drücken (1896).

1. Die kontinuierlichen Balkenträger mit nur einem Gelenke. Es sei zunächst erwähnt, daß, wenn sich an einem Balken mit beliebig vielen Öffnungen, an beliebiger Stelle nur ein Gelenk befindet, die Pfeilermomente, außer dem in Punkt 2 erläuterten, für beliebig viele Gelenke und Öffnungen gültigen Verfahren, auch durch einfache Anwendung der Theorie des gelenklosen kontinuierlichen Balkens bestimmt werden können.

Wir denken uns nämlich — gleichgültig ob der Balken aus einem Vollwandträger oder einem Fachwerke (mit Dreiecksnetz) besteht — das Gelenk entfernt, und bestimmen zuerst die von der Belastung hervorgerufenen Momente an dem gelenklos gedachten Balken.*

Dann denken wir uns, es sei an der Stelle γ, an der sich tatsächlich das Gelenk befindet (Fig. 1. I) eine beliebig angenommene elastische Drehung eingetreten. Nach dieser Drehung berührt der Balken — wenn seine Enden auf die Endauflager gesetzt werden — die Mittelstützen nicht.

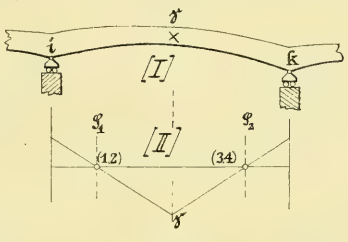


Fig. 1.

Wir bestimmen nun diejenigen Pfeilermomente, die nötig sind, um die Höhenunterschiede zwischen dem (gelenklosen) Träger und seinen Auflagern auszugleichen. Sind φ_1 die linksseitigen, φ_2 die rechtsseitigen Festvertikalen der einzelnen Öffnungen und zieht man zwei beliebige, auf der Vertikalen des Punktes γ sich schneidende Geraden (Fig. 1. II), so liegen die linksseitigen Festpunktpaare (1,2) für alle Öffnungen links von γ, sowie auch die rechtsseitigen Festpunktpaare aller Öffnungen rechts von γ, mit Einschluß der beiden Festpunktpaare der Öffnung γ selbst, alle auf diesen Geraden.

Dann in Buchform: Graph. Statik der Träger I. 1—2 (1893 und 1903). Der Verfasser behält sich vor, einiges hiervon in geeigneter Form auch deutsch zu bearbeiten.

* Besteht der Balken aus einem Fachwerk, so denke man sich zu diesem Behufe in derjenigen Gurtung, die dem Gelenke gegenüberliegt, den fehlenden Stab eingefügt und nehme den Querschnitt desselben unendlich groß an.

Es lassen sich daher die Maße y_1 und y_2 derjenigen Momente, welche durch die um γ beliebig vorgenommene Drehung auf den Vertikalen der zu γ zunächstliegenden beiden Pfeiler i und k hervorgerufen werden, in der aus Fig. 1. II ersichtlichen Weise sehr einfach bestimmen. Auch ist aus dem Gesagten ersichtlich, daß die Momente auf den übrigen Pfeilern abwechselnd + und — sind, und daß sich die Momentennullpunkte in den Öffnungen rechts und links von ik stets auf den von der Öffnung ik ferner liegenden Festvertikalen befinden.

Addiert man die der tatsächlichen Drehung um γ entsprechenden Momente zu den vorher ohne Vornahme einer solchen Drehung gefundenen, so findet man die Gesamtmomente.

Um die Fläche dieser Gesamtmomente zu erhalten, zeichnet man daher zuerst die der Belastung entsprechende Momentenfläche des gelenklos gedachten Balkens. Dann bestimmt man, in der eben gezeichneten Weise, die Maße y_1 und y_2 derjenigen Momente, die durch eine, an der Stelle des Gelenkes beliebig angenommene elastische Drehung an den benachbarten Pfeilern erzeugt werden. Hieran anschließend ändert man die Schlußlinie der vorhin gefundenen Momentenfläche, zunächst in der Öffnung ik des Gelenkes γ derart, daß einesteils die Änderungen der Momente an den benachbarten Pfeilern, den eben gefundenen Längen y_1 und y_2 proportional seien, und daß andererseits das Gesamtmoment auf der Vertikalen des Punktes γ Null werde. Endlich verschiebt man die Schlußlinien in den übrigen Öffnungen derart, daß die geänderte Schlußlinie die ursprüngliche in der von der Öffnung des Gelenkes abstehenden Festvertikalen schneide.

In dem häufigen Sonderfalle, wenn die Brücke zu der Vertikalen des Gelenkes symmetrisch ist, verschiebt man die Schlußlinie der ohne Berücksichtigung des Gelenkes gezeichneten Momentenfläche in der Mittelöffnung einfach parallel mit sich selbst, bis das Moment auf der Vertikalen des Gelenkes Null wird, und ändert dann die Schlußlinien der übrigen Öffnungen, wie eben erwähnt wurde.

2. Die kontinuierlichen Balken mit mehreren Gelenken. Um die Pfeilermomente an einem kontinuierlichen Balken mit

beliebig vielen Gelenken und statisch unbestimmten Auflagerdrücken zu finden, teilen wir die Momentenflächen der einzelnen Öffnungen — ganz wie an dem kontinuierlichen Balken ohne Gelenk — in das positive Momentensegment der Lasten und in die in der Regel negativen Momentendreiecke, und teilen dementsprechend auch die den Maßen der elastischen Drehungen proportionalen „ideellen" Kräfte, in den Mittelöffnungen in je drei, in den beiden Seitenöffnungen — falls die Enden des Balkens nicht als eingespannt zu betrachten sind — in je zwei Gruppen.

Bezeichnen wir die Resultanten der ideellen Kräfte, die den beiden Momentendreiecken je einer Öffnung angehören, von links nach rechts, der Reihe nach mit n_1 und n_2; die Mittelkraft der einem Pfeiler links und rechts zunächst befindlichen Kräfte n_2 und n_1 mit r; die dem Momentensegmente je einer Öffnung entsprechende ideelle Kräfteresultante mit q. Teilen wir ferner in den Öffnungen mit je einem Gelenk*, die dem Momentensegmente (Fig. 2. IV) entsprechenden ideelen Kräfte Δq, durch die Vertikale des Gelenkes vorderhand in zwei weitere Gruppen und bezeichnen ihre Resultanten — ebenfalls von links nach rechts — mit q_1 und q_2 (Fig. 2. V).

Zeichnen wir hierauf für diese vertikal gedachten, ideellen Kräfte von links nach rechts ein Versuchsseileck, wobei in jeder Öffnung mit Gelenk selbstverständlich auch das Maß der am Gelenk γ eintretenden Drehung als Vertikalkraft eingeführt werden muß. (Siehe Fig. 2. II, in der, der Allgemeinheit halber vorausgesetzt ist, daß der Balken sich vor der elastischen Formveränderung den Auflagern nicht anschmiegte.) Es ist dann zunächst ersichtlich, daß die linksseitigen Festvertikalen (1, 2) und Festpunkte (1) und (2), bis zur ersten Öffnung mit Gelenk dieselben sind, als wenn der Balken ganz gelenklos wäre, und dies gilt, für den Festpunkt γ_1 der auf n_1 folgenden Seileckseite und der Festvertikalen dieses Punktes, auch noch in der eben genannten ersten Öffnung γ mit Gelenk.

---

* Sind nämlich in irgend einer Öffnung zwei Gelenke angeordnet, so entsteht dadurch selbstverständlich ein statisch bestimmter Trägerteil, worauf am Ende dieses Absatzes näher eingegangen wird.

Weiter fortschreitend ist zuvörderst zu beachten, daß die in Fig. 2. II mit z_1 und z_2 bezeichneten Abschnitte — gleichviel ob man sie in einer Öffnung mit oder ohne Gelenk bestimmt hat — den gesuchten Pfeilermomenten proportional sind. Bezeichnet man daher mit y_1 und y_2 die Maße der Momente an den zu γ

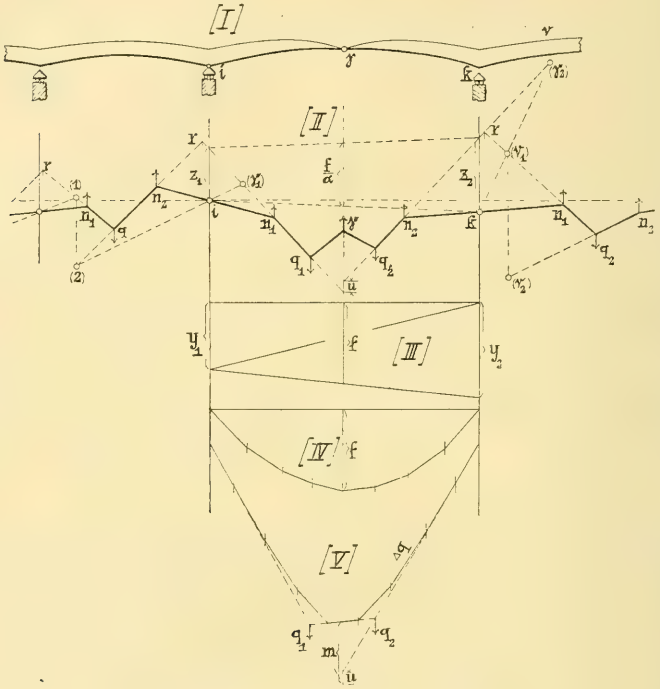


Fig. 2.

nächstliegenden Pfeilern i und k (Fig. 2. III), und bedeutet α eine leicht bestimmbare Verhältniszahl, so ist

$$y_1 = \alpha z_1 ; \quad y_2 = \alpha z_2 . \tag{1}$$

Da nun aber das Moment bezüglich der Vertikalen des Gelenkes γ Null sein muß, so ist leicht einzusehen, daß, wenn die Ordinate des Momentensegmentes der Lasten auf der Vertikalen γ mit f bezeichnet wird (Fig. 2. IV), der auf Fig. 2. II mit $f : \alpha$ überschriebene Abschnitt = der Länge $f : \alpha$ sein muß. Wir ersehen hieraus, daß in den Öffnungen mit Gelenk die Verbindungslinie

der Endpunkte der Strecken z_1 und z_2 durch einen leicht auffindbaren Festpunkt geht.

Es ist klar, daß demzufolge, nach Bestimmung der auf die Kraft n_1 der Öffnung γ folgenden Seite des Versuchsseileckes, mit Weglassung der dazwischen liegenden Seiten und mit Weglassung der Kräfte q_1, γ und q_2, unmittelbar die der Kraft n_2 vorangehende Seite gezeichnet werden kann, da der in Fig. 2. II mit u bezeichnete Abschnitt die Momentensumme von q_1 und q_2, also das Moment der ganzen Kraft q bedeutet, und dieses dem für die ideellen Kräfte Δq des Momentensegmentes gezeichneten Seilecke (Fig. 2. V) entnommen werden kann.

Um hieraus das Bewegungsgesetz der der Kraft n_2 vorangehenden Seileckseite der Öffnung γ abzuleiten, setzen wir voraus, der Festpunkt γ_1 dieser Öffnung sei schon gefunden, und zeichnen die eben erwähnten zwei Seiten des Versuchsseilecks, bei Festhalten des Punktes γ_1, in zwei verschiedenen Lagen. Wie aus Fig. 3. II ersichtlich, sind dann die auf den Pfeilervertikalen mit Δz_1 und Δz_2 bezeichneten Strecken einander proportional. Aber auch der Abschnitt $\varepsilon_1 \varepsilon_2$ auf der Vertikalen γ ist Δz_1 proportional, daher auch der mit ihm gleiche Abschnitt $\eta_1 \eta_2$.

Hieraus folgt aber, daß sich auch die der Kraft n_2 vorangehende Seileckseite um einen — in Fig. 3. II mit (γ_2) überschriebenen — Festpunkt dreht. Auch folgt ferner, daß sich dieser Festpunkt in einer Vertikalen bewegt und daß sich diese Vertikale in der aus Fig. 3. III ersichtlichen Weise, durch das Zeichnen zweier einfach gewählter Lagen der in Rede stehenden beiden Seileckseiten, wie sogleich gezeigt wird, leicht finden läßt. Wenn nämlich der Festpunkt (γ_1) auf der Vertikalen γ_1 beliebig angenommen wird, so sind für die Annahme $u = o$, $f = o$ und $z_1 = z_2 = o$ die gesuchten zwei Seiten des Versuchsseilecks die beiden mit 1 bezeichneten Geraden. Ist aber, wie früher, $u = o$ und $f = o$ und wird z_1 derartig angenommen, daß die auf n_1 folgende Seileckseite durch den auf der Vertikalen des Gelenkes liegenden Schnittpunkt ε geht, so fällt die der Kraft n_2 vorangehende Seite mit der vorerwähnten auf dieselbe, in Fig. 3. III mit 2 bezeichnete Gerade.

Ist die Festvertikale (γ_2) gefunden, so bestimmt man den Festpunkt (γ_2), der irgend einer Lage des Festpunktes (γ_1) und

irgend einem Werte von u und $f:\alpha$ angehört, am einfachsten dadurch, daß man z_1 beliebig annimmt, dann z_2 mit Hilfe von $f:\alpha$ bestimmt und die zwei in Rede stehenden Seileckseiten dementsprechend zieht. Fig. 3. IV zeigt hierfür zwei einfache Lösungen für den Fall der in Fig. 3. II angenommenen Werte von $f:\alpha$ und u. Die mit 1 überschriebenen beiden Seileckseiten sind

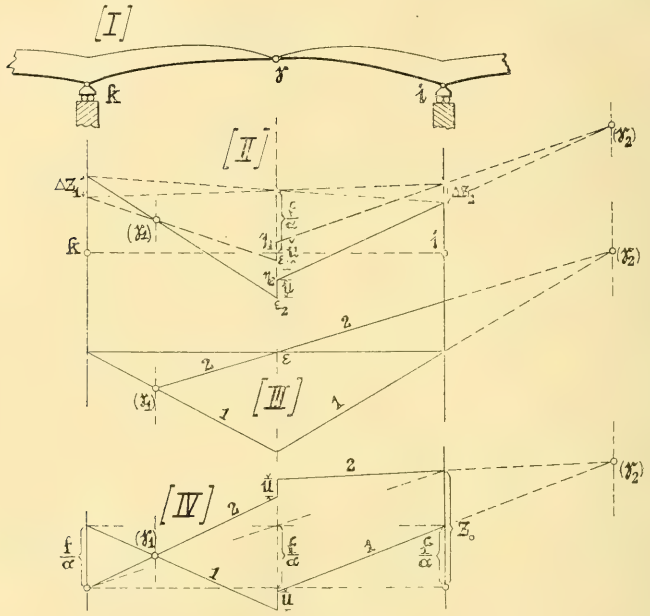


Fig. 3.

auf Grundlage der Annahme von $z_1 = z_2 = f:\alpha$, die mit 2 bezeichneten für die Annahme $z_1 = o$ gezogen.

Auf das Versuchsseileck Fig. 2. II zurückkehrend, ist es klar, daß, da sich das von der Pfeilervertikalen k durchschnittene Dreieck $n_2 r n_1$ im Falle der Drehung der ersten Seileckseite perspektivisch ändert, und zwei Seiten desselben sich je um die Punkte k und (γ_2) drehen: die Seileckseite $n_1 q_1$ der auf den Pfeiler k folgenden Öffnung ν sich auch um einen Festpunkt (ν_1) dreht. Dieser Festpunkt liegt auf der Verbindungsgeraden $(\gamma_2)k$ und bewegt sich — wenn sich die Belastung des Balkens ändert — in einer Festvertikalen, da sich hierbei das vollständige Vierseit,

dessen sechs Schnittpunkte n_2, r, γ_2, k, n_1 und (ν_1) sind, sich perspektivisch ändert.

Wie hieraus ersichtlich, dreht sich — weiter fortschreitend — die der Kraft n_2 der Öffnung ν vorangehende Seileckseite auch um einen Festpunkt (r_2), der mit (r_1) auf derselben Festvertikalen $(\nu_1 \nu_2)$ liegt, und diese Festvertikale läßt sich, wenn die Festvertikale (γ_2) auf der in Anschluß an Fig. 3. III eben besprochenen Weise bestimmt ist, durch Zeichnen eines vollständigen Vierseits, dessen fünf Schnittpunkte auf den Vertikalen n_2, r, (γ_2), k, n_1 liegen, leicht auffinden u. s. f.

Zeichnet man — gerade so, wie das eben beschriebene — ein Versuchsseileck von rechts nach links, so überzeugt man sich leicht, daß sich in jeder Öffnung ohne Gelenk je eine weitere Festvertikale (34) mit je zwei Festpunkten (3) und (4) befindet, und daß in jeder Öffnung mit Gelenk je zwei weitere Festvertikalen (3) und (4) vorhanden sind, und auf jeder derselben je ein Festpunkt gefunden werden kann.

Um mit Benützung der Vorangehenden schließlich die Pfeilermomente für die verschiedenen Belastungen des Balkens zu finden, bestimmt man zuvörderst ein für allemal die Festvertikalen in der eben besprochenen, auf Taf. I, Fig. IIIa—c und IVa—b näher ersichtlichen Weise.

Hierauf bestimmt man für jede Belastung — eventuell für jede Lage der Einzellast — die Festpunkte. Man findet dann die den gesuchten Pfeilermomenten proportionalen Strecken z für irgend eine Öffnung, wenn man die Verbindungsgerade der Festpunkte (1) und (4) bis zur linksseitigen, und die Verbindungsgerade (2)(3) bis zur rechtsseitigen Pfeilervertikalen verlängert, wie aus dem eben erwähnten Beispiele auf Taf. I auch dies näher ersichtlich sein wird.

Berührt der Balken vor Einbiegung nicht alle Mittelstützen, so ist es — wie auch in anderen ähnlichen Fällen — am einfachsten, zuerst diejenigen Momente zu bestimmen, die zur Ausgleichung der Höhenunterschiede zwischen dem Balken und seinen Stützpunkten nötig sind, und sie nachträglich denjenigen Momenten hinzuzufügen, die infolge der Belastung des nun schon alle Stützpunkte berührenden Balkens hervorgerufen werden.

Um hierbei die zuerst erwähnten Momente zu erhalten, hat man zu beachten, daß in keiner Öffnung ein Momentensegment vorhanden ist, und hat dann das in diesem Punkte eben Gesagte einfach anzuwenden.

Soll die Einbiegung des Balkens konstruiert werden, so muß in jeder Öffnung mit Gelenk auch das Maß γ der um dieses Gelenk stattfindenden Drehung bestimmt werden.

Ist das Seileck der dem Momentensegmente entsprechenden ideellen Kräfte Δq in der bezüglichen Öffnung gezeichnet (Fig. 4. II) und sind auch die Festpunkte (1)—(4) bestimmt, so kann man

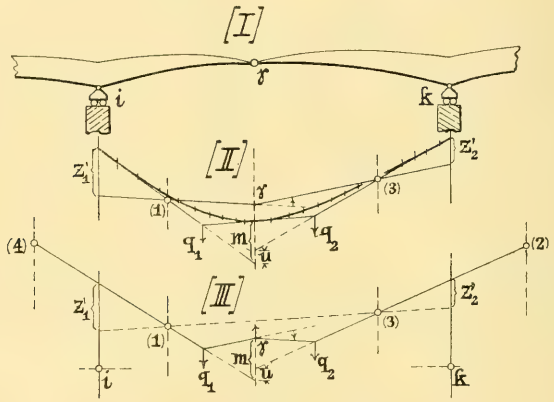


Fig. 4.

— in der aus Fig. 4. III ersichtlichen Weise — leicht den Teil $q_1 \gamma q_2$ des Seilecks konstruieren, und schließen dann die Seiten γq_1 und γq_2 die Kraft γ ein. Das Maß dieser Kraft ist aber gleich dem Maße der gesuchten Drehung.

Leichter erhält man jedoch die Kraft γ unmittelbar am Seileck der dem Momentensegmente entsprechenden Kräfte Δq. Bedenkt man nämlich, daß in Fig. 4. III das Fünfeck $(1) q_1 \gamma q_2 (3)$ eine Momentenfläche (ideeller Kräfte) ist, und verschiebt man von den durch die Vertikale des Gelenkes γ getrennten beiden Teilen desselben, z. B. den rechtsseitigen, ohne Änderung seiner Ordinaten derart, daß γq_2 in die Verlängerung von γq_1 falle, so erhält man den Eckpunkt γ anstatt zwischen q_1 und q_2, nun auf der vorher geraden Verbindungslinie (1)(3).

Bestimmen wir mit Rücksicht hierauf in Fig. 4. III — ohne hier das Seileck $q_1 \gamma q_2$ zu zeichnen — durch Verlängerung der Geraden (1)(3) die Strecken z_1' und z_2' auf der Pfeilervertikalen und übertragen sie in der auf Fig. 4. II angedeuteten Weise dort auf dieselben Vertikalen. Es ist klar, daß, wenn wir dann die hierdurch erhaltenen beiden Punkte der Reihe nach mit denjenigen Punkten verbinden, in denen die äußersten Seileckseiten durch die Vertikalen (1) und (3) geschnitten werden, die hierdurch erhaltenen beiden Geraden die die Kraft γ einschließenden Seileckseiten ergeben, und sich daher — wenn man sie verlängert — auf der Vertikalen des Gelenkes γ schneiden müssen.

Wir haben bisher stillschweigend vorausgesetzt, daß sich nur je ein Gelenk in derselben Öffnung befinde, und daß diese Öffnung eine Mittelöffnung sei. Wir bemerken daher noch, daß in dem Falle, wenn in einer der Mittelöffnungen zwei Gelenke, P_1 und P_2 angeordnet sind, der Zwischenträger $P_1 P_2$ statisch bestimmt ist, auf die außerhalb desselben befindlichen beiden Trägerteile aber das eben Erwähnte angewendet werden kann, jedoch mit Berücksichtigung dessen, daß die beiden fortlaufenden Balken, die diese Trägerteile bilden, über eine ihrer Endstützen vorragen. (Vergleiche dies auch mit dem hierüber in Punkt 5 Gesagten.)

Ähnlich verhält es sich mit dem Falle, in dem sich in einem der Endöffnungen ein Gelenk befindet (selbstredend nur eins), nur daß dann bloß ein Trägerteil statisch unbestimmt ist.

Als Beispiel der Anwendung der in dem Vorangehenden behandelten Methode verweisen wir auf die im nächsten Absatze erklärte Taf. I.

3. Bögen mit zwei festen, gelenkartigen Stützen, mit oder ohne angeschlossenen Balken. Es seien die Stützen eines fortlaufenden Trägers von beliebig vielen Öffnungen derartig angeordnet, daß zwei derselben unverschiebbar sind und nur Drehungen erlauben, während die übrigen auch eine horizontale Verschiebung des Trägers gestatten. Die beiden festen Auflager können an beliebigen Mittel- oder Endstützen angeordnet sein. Die Gelenke des Trägers seien vorerst auf die Mittelöffnungen verteilt und zwar in der Weise, daß auf keine derselben mehr als ein Gelenk

entfalle, und daß daher auch durch die nachfolgende Änderung der Auflager keine statisch bestimmten Trägerteile entstehen.

Um die Auflagerdrücke an derartig angeordneten Gelenkträgern zu bestimmen, denken wir uns die Anlage einer der beiden festen Auflager i und k in der Weise abgeändert, daß auf diesem Auflager — es möge das mit k bezeichnete sein — eine horizontale Verschiebung des Trägers eintreten könne. Sodann nehmen wir an dem Punkte k des Trägers, in der Verbindungsgeraden ik, die als Last betrachtete Kraft X an, und bestimmen diese Kraft in der Weise, daß sie — mit den auf den Träger in Wirklichkeit einwirkenden Lasten zusammengenommen — den Punkt k nicht verschiebe.

Zu diesem Behufe teilen wir die äußeren Kräfte des Trägers in zwei Gruppen, von denen jede für sich in Gleichgewicht ist.*

In die eine Gruppe zählen wir die auf den Träger tatsächlich einwirkenden Lasten — eventuell eine Einzellast — und die von ihnen erzeugten Stützendrücke. Die zweite Gruppe besteht aus der Kraft X und den von ihr gesondert hervorgerufenen Auflagerdrücken.

Es ist klar, daß dann die Stützendrücke beider Gruppen leicht gefunden werden können. Da nämlich der Träger durch Abänderung des Auflagers k in einen Balken verwandelt wurde, kann auf jede der eben erwähnten Kraftgruppen das im vorangehenden Absatze besprochene Verfahren angewendet werden. Man wird — bezüglich der zweiten Gruppe — bloß zu berücksichtigen haben, daß unter den Momentensegmenten, in den zwischen den beiden Auflagern i und k befindlichen Öffnungen einfach die durch die Richtungslinie X und die Trägerachse eingeschlossene Fläche zu verstehen ist. (Ist der Träger ein Fachwerk mit Dreiecknetz, dann treten an Stelle der einzelnen Punkte der Trägerachse, wie bekannt, die Momentenpunkte der einzelnen Stäbe.) In den außerhalb der beiden Auflager i und k befindlichen Öff-

* Ganz auf derselben Grundlage beruht die graphische Lösung des Verfassers für die fortlaufenden Bögen mit vertikalen Zwischenstützen-Drücken, und für die fortlaufenden Versteifungsträger der Hängebrücken mit mehreren Öffnungen.

nungen gibt es, zufolge der Kräfte der zweiten Gruppe, keine Momentensegmente.

Berührt der Träger vor Eintritt der Formänderungen nicht alle Stützen, so bestimmt man diejenigen Auflagerkräfte, die dazu nötig sind, um den Träger den Auflagern anzupassen, wieder am einfachsten für sich.

Wir denken uns zu diesem Behufe den Träger durch Änderung der Stützung k auch in diesem Falle in einen kontinuierlichen Balken verwandelt und bestimmen an diesem Balken — als erste Gruppe der Außenkräfte — diejenigen Stützendrücke, die nötig sind, um die Höhenunterschiede zwischen dem Träger und seinen Auflagern auszugleichen. Daran anschließend bestimmen wir die Verschiebung des Trägerpunktes k in der Richtung ik.

Dann bestimmen wir die am Punkte k wie früher angenommene Kraft X und die durch sie hervorgerufenen Auflagerkräfte derart, daß die Kräfte dieser zweiten Gruppe keine neuen Höhenunterschiede zwischen dem Träger und seinen Auflagern erzeugen, und — im Vereine mit den Kräften der ersten Gruppe — den Trägerpunkt k auf das Auflager k zurückschieben.

Beispiel.

(Tafel I und II.)

Das weitere wollen wir an einem Vollwandträger von drei Öffnungen erläutern, der dem von MÜLLER-Breslau behandelten ganz ähnlich angeordnet ist.* Die beiden gelenkartigen Endstützen des in Rede stehenden Trägers gestatten wagerechte Verschiebungen. Die beiden mittleren, unter sich in derselben Wagerechten angeordneten Stützen lassen dagegen nur Drehungen zu. Der Träger paßt sich den Stützen auch vor Eintritt der elastischen Formveränderung an; seine Anlage ist nicht symmetrisch.

Wir bestimmten an diesem Träger die Auflagerdrücke für

* In der ungarischen Bearbeitung sind — als weiteres Beispiel — auch die Auflagerdrücke für einen, nur eine Öffnung überspannenden, unsymmetrischen Bogen mit eingespannten Kämpfern und einem Mittelgelenke bestimmt, sowohl für eine Einzellast, als auch für den Fall, in dem sich der Träger den Auflagern nicht anpaßt.

die verschiedenen Lagen der Einzellast G, und vernachlässigten hierbei den leicht zu berücksichtigenden Einfluß der Axial- und der Scherkräfte auf die Formveränderung des Trägers, um hierdurch die Lösung zu vereinfachen und das Wesentliche derselben um so deutlicher hervortreten zu lassen.

Da die Last G nur an den Übertragungsstellen der Fahrbahn auf den Träger einwirken kann, teilten wir die Bogenachse durch diese in die Elemente Δs. Die Maße τ der mittleren Trägheitsmomente der Querschnitte an diesen Elementen haben wir, bezogen auf das Trägheitsmoment $I_0 = 2\,\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{cm}^2$ als Basis, entsprechend angenommen, und dann die reduzierten Längen $\Delta s : \tau$ der einzelnen Trägerelemente berechnet. Es ergab sich hierbei $\Delta s : \tau$ in der ersten Öffnung der Reihe nach zu 0,79, 0,64, 0,75, 0,93, 0,66, 0,81 m, in der zweiten zu 0,73, 0,60, 0,63, 0,56, 0,45, 0,36, 0,83, 0,69, 0,67, 0,71 m, und in der dritten zu 0,84, 0,69, 0,68, 0,83, 0,94, 0,68, 0,82 m.

a) Die Kräfte der ersten Gruppe (Taf. I). Wir haben uns nun die rechtsseitige Stützung k der Mittelöffnung — dem oben Gesagten entsprechend — in der auf Fig. I angedeuteten Weise abgeändert gedacht und nahmen dann am Punkte k des Trägers die den Lasten zugezählte wagerechte Kraft H an. Im Anschluß hieran teilten wir die Außenkräfte des Trägers — in der Weise wie vorhin erklärt wurde — in zwei Gruppen.

Um die Pfeilermomente für die Kräfte der ersten Gruppe (die Last G und die Stützendrücke, die durch sie an dem in einen Balken verwandelten Träger erzeugt werden) zu finden, bestimmen wir zuerst die Richtungslinien n_1 und n_2 der den Momentendreiecken entsprechenden (den elastischen Drehungswinkeln proportionalen) ideellen Kräfte, und die Richtungslinien r der Mittelkräfte der je einem Mittelpfeiler links und rechts zunächst befindlichen beiden Kräfte n_2 und n_1.

Die zu diesem Behufe in Fig. IIa—c ausgeführten Konstruktionen sind selbstverständlich dieselben wie für einen kontinuierlichen Balken ohne Gelenk, und diese sind vom Verf. in Magy. Mérnök és Épit. Egyl. Közlöny 1895 näher beschrieben. Da man jedoch dieselben Resultate auch nach dem Ritterschen Verfahren (W. Ritter, Anwendung der graph. Statik, III. Teil,

Zürich 1900) — das wir als bekannt voraussetzen können — erhalten kann, und da andererseits in diesem Aufsatze nicht die aus den eben erwähnten Figuren ersichtlichen Konstruktionen die wesentlichen sind, so glauben wir die Erklärung des eingeschlagenen Verfahrens übergehen zu können.

Wir erwähnen daher nur, daß die Polhöhe der beiden Kraftecke $a = b = 5$ m angenommen wurden und daß andererseits die auf den Pfeilervertikalen mit z_1', z_2' und z_3' bezeichneten Abschnitte die Maße der Momente der ideellen Kräfte n, bezüglich der ihnen näher liegenden Pfeilervertikalen, für den Fall bedeuten, wenn das Maß des Pfeilermomentes gleich der Polhöhe b ist.

Hat man die Strecke z auf irgend einer Pfeilervertikalen für irgend einen Belastungsfall, mit Benützung der Festpunkte gefunden, so ist daher das Maß y des Momentes der Außenkräfte für dieselbe Pfeilervertikale

$$y = \frac{b}{z'} z, \tag{2}$$

wodurch auch die in Gl. 1 vorausgesetzte Verhältniszahl α gefunden ist, wobei der allgemein giltige Satz hervorzuheben ist, daß in den Mittelöffnungen der kontinuierlichen Balken die beiden z' einander gleich sein müssen. Es folgt dies aus der Konstruktion der z', aber auch unmittelbar daraus, daß beide z' das Maß des Zentrifugalmomentes der Kräfte $\Delta s : \tau$ bezüglich der einschließenden Pfeilervertikalen bedeuten.

Nachdem die Richtungslinien n und die Momentenmaße z' gefunden wurden, bestimmen wir — ganz so wie vorhin im Anschluß an Textfigur 3. III erklärt wurde — in Fig. IIIa—c und IVa—b die in den äußeren Öffnungen mit φ, in der mittleren Öffnung mit (1)—(4) bezeichneten Festgeraden des Trägers.

Um die Festpunkte zu erhalten, müssen, wie aus Textfigur 3. IV erinnerlich, vorher die von den Momentensegmenten der Last G abhängenden Längen $f : a$ bestimmt, und müssen andererseits die Seilecke der den Momentensegmenten der Last G entsprechenden ideellen Kräfte q für die verschiedenen Lagen der Last gezeichnet werden.

Wir nehmen hierbei — um das weitere Verfahren zu ver-

einfachen — in dem Nachfolgenden an, daß die Polhöhe C des Krafteckes der äußeren Kräfte gleich der Last G sei.

Befindet sich dann die Last $G = C$ zwischen dem Pfeiler i und dem Gelenk γ (Textfigur 5. II), so ist die von der verlängerten Seileckseite kG auf der Vertikalen i abgeschnittene Momentenordinate gleich der Abszisse x der Last. Trägt man daher diese Abszisse auf die Vertikale i auf, so läßt sich die reduzierte Momentenordinate $f : \alpha$ in der Weise, wie in der eben erwähnten Abbildung gezeigt, für alle Lagen der Last leicht finden.

Im Anschluß hieran ist zu bemerken, daß, wenn man bei Aufsuchung der Festpunkte einer Öffnung mit Gelenk das Momentenmaß z auf der Vertikalen des einen einschließenden Pfeilers gleich Null annimmt, das zugehörige Momentenmaß z_0 am gegenüberliegenden Pfeiler in der in Textfigur 5. III für beide Fortschrittsrichtungen angedeuteten Weise leicht gefunden werden kann. Wir haben mit Rücksicht hierauf, um die nachträgliche Aufsuchung der Festpunkte vorzubereiten, auf Taf. I Fig. V nicht nur die Längen $f : \alpha$, sondern auch die Strecken z_{01} und z_{02} für alle vorgeschriebenen Lagen der Last bestimmt.

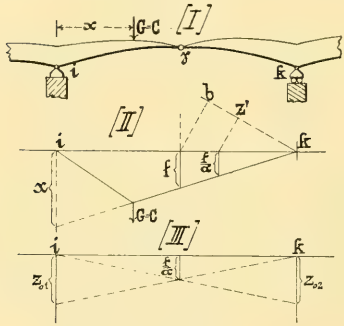


Fig. 5.

Auf das Seileck der ideellen Kraft q, und im Anschluß hieran auf die Bestimmung des Momentenmaßes u übergehend, ist dieses für die verschiedenen Lagen der Last $G = C$, mit Benutzung der auf Taf. I Fig. II a—c erhaltenen Resultate in Fig. VI bestimmt. Auf Erklärung des hierbei eingeschlagenen Verfahrens glauben wir aus dem gelegentlich der Besprechung der Fig. II a—c erwähnten Grunde nicht eingehen zu müssen, und bemerken nur, daß die erhaltenen Momentenmaße in unserer Figur mit u und außerdem auf beiden Enden mit dem Stellenzeiger des Angriffspunktes der Last überschrieben sind.

Nun können, wie wir gleich zeigen werden, die Festpunkte

und dann, mit bekannter Benutzung derselben die von den Außenkräften am Träger hervorgerufenen Pfeilermomente bestimmt werden. Nehmen wir zuerst an, daß sich die Last G an einer der Übertragungsstellen der ersten Öffnung befinde. Es ist ohne weiteres einzusehen, daß in diesem Falle der rechtsseitige obere Festpunkt φ dieser Öffnung (Fig. VII) auf der wagerecht angenommenen Grundlinie liegt.

Die linksseitigen, in unserer Abbildung mit dem Stellenzeiger der Lage der Last überschriebenen unteren Festpunkte erhält man aber durch Auftragen der am Seileck Δn_2 schon früher gefundenen Momentenordinaten. Verbindet man diese Festpunkte mit φ, so erhält man, wie bekannt, auf der nächsten Pfeilervertikalen die Längen z, und aus diesen folgen die Maße y_1 des gesuchten Pfeilermomentes wie erinnerlich durch Multiplikation mit $b : z_1'$. Da jedoch hierbei im vorliegenden Falle der Festpunkt φ stets derselbe bleibt, haben wir die Momentenmaße y_1 auf der mit demselben Zeichen überschriebenen Vertikalen unmittelbar bestimmt, indem wir den Strahlenbüschel φ nicht mit der Pfeilervertikalen, sondern durch die in $b : z_1'$-fach vergrößerter Entfernung gezogene Vertikale y_1 durchschnitten haben.

Nach Auffindung der Momentenmaße y_1 projizierten wir sie auf die Vertikale des zugehörigen Pfeilers und bestimmten dann die y_2 mit Berücksichtigung dessen, daß das Moment auf der Vertikalen des Gelenkes γ Null sein muß.

Ganz in derselben Weise fanden wir die Maße y_1 und y_2 der Momente bezüglich der Vertikalen der beiden Mittelpfeiler für die in der dritten Öffnung vorgeschriebenen Lagen der Last (Fig. VII).

Für den Fall, in dem sich die Last an irgend einer Übertragungsstelle der Mittelöffnung befindet, haben wir die linksseitigen Pfeilermomente auf Fig. VIII a, die rechtsseitigen auf VIII b bestimmt. Um sie zu finden, ist zu beachten, daß die beiden Festpunkte (1) und (3) der Mittelöffnung — da die Außenöffnungen unbelastet sind — für alle Lagen der Last auf der in beiden Abbildungen wieder wagerecht angenommenen Grundlinie liegen. Die Festpunkte (2) und (4) können daher mit Benutzung der in Fig. V und VI schon früher gefundenen Werte der z_{01}, z_{02} und u in der früher schon erklärten, aus Fig. VIII a und VIII b

ersichtlichen Weise leicht aufgesucht werden. Ist das geschehen, so findet man die Maße y_1 und y_2 der Pfeilermomente wieder am einfachsten unmittelbar, ohne vorher die Abschnitte z aufgesucht zu haben, so wie das für die Außenöffnungen im Anschluß an Fig. VII eben beschrieben wurde.

Die erhaltenen Momentenmaße beziehen sich — wie schon betont wurde — auf die Last $G = C$ als Basis. Diese Last kann jedoch noch ganz beliebig angenommen werden.

b) *Die Kräfte der zweiten Gruppe* (Tafel II). Diese Kräfte bestehen, wie erinnerlich, aus der als Last anzusehenden wagerechten Kraft H, die am Punkte k des in einen Balken verwandelten Trägers angenommen wurde und aus den durch diese Last erzeugten Stützendrücken.

Die wagerechte Verschiebung, die diese Kräfte am Trägerpunkte k verursachen, muß gleich und entgegengesetzt derjenigen sein, welche zufolge der Kräfte der ersten Gruppe (also der Last G und der durch sie hervorgerufenen Stützendrücke) an demselben Punkte eintritt. Diese ist aber, wie aus dem Prinzip der Wechselseitigkeit der Verschiebungen hervorgeht, gleich derjenigen vertikalen Verschiebung, welche eine am Punkte k angreifende wagerechte Kraft $H = G$ auf dem jeweiligen Angriffspunkte der Last G zur Folge hat.

Um nun diese zu bestimmen, müssen wir die der eben erwähnten Kraft H entsprechenden Pfeilermomente bestimmen. Da diese Kraft gleich der Last G, also gleich der Basis der Momente der äußeren Kräfte ist, tritt hierbei, wie schon erwähnt, an Stelle des Momentensegmentes der Last, das durch die Trägerachse und die Wagerechte ik begrenzte Segment $i\gamma k$. In jeder anderen Beziehung ist jedoch das für den mit beliebigen Gewichten belasteten Balken vorhin abgeleitete Verfahren anzuwenden.

Wir zeichneten mit Rücksicht hierauf für die an den entsprechenden Punkten der Trägerebene der Mittelöffnung angenommenen wagerechten Kräfte $\Delta s : \tau$, mit Beibehaltung der bisherigen Polhöhe a ein Kraft- und Seileck (Fig. II b). Verlängert man die Seiten dieses Seilecks bis zur Wagerechten ik, so stellen die erhaltenen Strecken Δq die Maße der dem Momentensegmente entsprechenden elastischen Drehungswinkel, daher auch die Maße

derjenigen ideellen Kräfte vor, welche dem ebengenannten Momentensegmente zuzuweisen sind.

Wir zeichneten demzufolge, bei Annahme einer Polhöhe $b_1 = 2{,}5$ m für diese, vertikal gedachten ideellen Kräfte in Fig. III ein Seileck (auf Taf. I war die Polhöhe für die ideellen Kräfte wie bekannt $b = 5$ m), und bestimmten mit dessen Benutzung das Maß u der Momente der in Rede stehenden ideellen Kräfte Δq bezüglich der Vertikalen des Gelenkes.

Nachdem dies geschehen, konnten in Fig. IV die Festpunkte (1)—(4) der Mittelöffnung bestimmt und mit bekannter Benutzung derselben sowohl die Momentenmaße z_1 und z_2 der ideellen Kräfte n_1 und n_2, als auch die Maße y_1 und y_2 derjenigen Pfeilermomente gefunden werden, welche durch die der Last $H = G$ entsprechenden vertikalen Auflagerdrücke verursacht werden. Bei Aufsuchung der Festpunkte haben wir hierbei die versuchsweisen Strecken z — anstatt der bisher gemachten Annahme von 0 und z_0 — für beide Fortschrittsrichtungen auf beiden Pfeilern gleich $f : \alpha$ angenommen, und den Maßstab der Vertikalen auf 1 : 3 verkleinert. Auch ist noch zu bemerken, daß für die im Verhältnis von $b_1 : z'$ vorzunehmenden Reduktionen das auf Taf. I früher gefundene z' trotz der veränderten Polhöhe b_1 unverändert beizubehalten ist, da das z' wohl von der Polhöhe a abhängt, von b dagegen, wie leicht einzusehen, unabhängig ist.

Nach Auffindung der Maße y_1 und y_2 der Pfeilermomente, zeichneten wir in Fig. V das Seileck der zufolge der Last $H = G$ auftretenden vertikalen Stützendrücke. Dann nahmen wir an den Endpunkten des hierdurch erhaltenen, den einzelnen Trägerelementen entsprechenden Momentenordinaten die wagerechten Kräfte $\Delta s : \tau$ an und zeichneten für diese (Fig. V) mit Beibehaltung der bisherigen Polhöhe a, in jeder Öffnung ein Kräfte- und Seileck. (In der mittleren Öffnung ist dieses Seileck in zwei gesonderten Teilen gezeichnet, worauf wir sogleich noch zurückkommen.)

Verlängert man die einzelnen Seiten dieser Seilecke bis zur Wagerechten, so erhält man die Maße Δn derjenigen elastischen Drehungswinkel, welche durch die der Last $H = G$ entsprechenden Stützendrücke hervorgerufen werden.

In den äußeren Öffnungen wirken keine anderen Außenkräfte

als diese Stützendrücke. In der Mittelöffnung wirkt dagegen auch noch die wagerechte Last $H = G$ und der durch sie am Pfeiler i verursachte Stützendruck H. Die Maße Δq derjenigen elastischen Drehungswinkel, welche dieser Kraft an den einzelnen Trägerelementen entsprechen, wurden jedoch auf Fig. II b schon früher bestimmt.

Dagegen tritt eine elastische Drehung auch um das Gelenk ein. Aber auch das Maß γ dieser Drehung läßt sich, wie im Anschluß an Textfig. 4. II früher gezeigt wurde, leicht finden. Man überträgt nämlich die auf Taf. II, Fig. IV in 1 : 3 Maßstab gefundenen Werte von z_1 und z_2 in Fig. III auf die Vertikalen der Mittelstützen und verbindet die gefundenen Punkte mit denjenigen Punkten, in denen die äußersten Seiten des Seilecks der Δq durch die Festgeraden (1) und (3) geschnitten werden. Die hierdurch erhaltenen beiden Geraden $(1)z_1$ und $(3)z_2$ sind dann die beiden, die ideelle Kraft γ einschließenden Seileckseiten.

Zieht man in Fig. V von dem in der Entfernung $b_1 = 2{,}5$ m unter der Horizontalen der Δn gewählten Punkte b_1 Senkrechte auf die eben genannten beiden Seileckseiten, so stellt daher die durch sie abgeschnittene Strecke $\gamma\gamma$ das Maß des in Rede stehenden Drehungswinkels vor.

Um die Maße aller elastischen Drehungen auch in der Mittelöffnung in demselben Krafteck vereinigen zu können, reihten wir das eben erwähnte Maß $\gamma\gamma$ den ideellen Kräften Δn an (Fig. V). Zu diesem Behufe zeichneten wir, wie schon früher angedeutet, das Seileck der $\Delta s : \tau$ in der Mittelöffnung zuerst nur für die links vom Gelenke befindlichen Trägerelemente 1—5. Nachdem wir dann durch die Verlängerung der Seiten dieses Seilecks die Δn für die eben erwähnten Elemente gefunden hatten, reihten wir denselben das Drehungsmaß $\gamma\gamma$ mit Berücksichtigung des Sinnes an. Und erst dann zeichneten wir das Seileck der $\Delta s : \tau$ für die rechts vom Gelenk befindlichen Elemente 6—10, um mit Benützung desselben die diesen Elementen zuzuzählenden Δn den schon gefundenen Drehungsmaßen anzureihen.

Wir können nun auf die Bestimmung der vertikalen Einbiegung des Trägers zufolge der Last $H = G$ übergehen. Um diese zu erhalten, haben wir, wie schon erwähnt, in den beiden

äußeren Öffnungen die Drehungsmaße Δn, in der mittleren aber die Maße Δn, Δq und γ, als ideelle Gewichte anzusehen und ihr Seileck zu zeichnen.

Bezüglich der hierzu nötigen Kraftecke ist in den Außenöffnungen zu den schon aneinander gereihten Δn nur noch der Pol b_1 anzunehmen. In der mittleren Öffnung dagegen haben wir einerseits die Maße Δq, andererseits die Maße Δn und γ auf zwei in der Entfernung b_1 voneinander gezogenen Wagerechten vereint (Fig. VI). Mit Benützung dieser Kraftecke haben wir dann auf Fig. VII das Seileck der in Rede stehenden ideellen Gewichte gezeichnet, und hierbei die Polpunkte der Kraftecke der drei Öffnungen derart angenommen, daß die drei Seilecke sich zu einem einzigen vereinigen.

Zieht man in diesem Seileck die Verbindungssehne zwischen den von den Vertikalen der Endstützen geschnittenen Punkten, so erhält man die gesuchten Einbiegungen, als Ordinaten des Seileckes, auf den Vertikalen der Übertragungsstellen der Last G. (Zur Probe muß demzufolge die eben erwähnte Sehne das Seileck in den Vertikalen der beiden Mittelstützen schneiden.) Es gilt daher mit Rücksicht auf das Prinzip der Gegenseitigkeit der Verschiebungen auch, daß, wenn die Last G den Träger an einer der Übertragungsstellen angreift; die auf der jeweiligen Vertikalen der Last gefundene Ordinate h des Seilecks Fig. VII, das Maß derjenigen Verschiebung ist, welche die Last G und ihre Stützendrücke an dem Punkte k des in einen Balken verwandelten Trägers in wagerechter Richtung verursachen.

Das Maß derjenigen wagerechten Verschiebung, welche die am Punkte k angreifende, wagerechte Kraft H an diesem Punkte erzeugt, muß daher ebenfalls gleich der eben erwähnten Ordinate h sein. Um hieraus diese Kraft selbst zu finden, bestimmen wir das Maß derjenigen wagerechten Verschiebung, welche die versuchsweise angenommene, wagerechte Last $H = G$ an ihrem Angriffspunkte k verursacht.

Zu diesem Behufe sind die für die Trägerelemente der Mittelöffnung gefundenen Drehungsmaße Δn, Δq und γ, an den entsprechenden Punkten der Trägerachse als ideelle wagerechte Kräfte anzusehen und ihr Seileck zu zeichnen (Fig. VIII). Ver-

längern wir dann die äußersten Seiten dieses Seilecks bis zur Wagerechten ik, so stellt die von ihnen abgeschnittene Strecke c das Maß der Momente all dieser ideellen Kräfte bezüglich der Wagerechten ik, also das gesuchte Maß der durch die wagerechte Last $H = G$ am Punkte k erzeugten Verschiebung vor.

Nimmt man den Kräftemaßstab derart an, daß die Maßlänge der Last G gleich der eben gefundenen Länge c sei, so ist für $H = c$ auch die wagerechte Verschiebung des Punktes k gleich c. Wie hieraus hervorgeht, ist dann das Maß derjenigen Kraft H, die zur Herbeiführung irgend einer wagerechten Verschiebung des Punktes k notwendig ist, gleich dem Maße h dieser Verschiebung.

Es ist daher klar, daß die auf den Vertikalen der Übertragungsstellen gefundenen Ordinaten des Seilecks Fig. VII, für die verschiedenen Stellungen der Last G der Reihe nach die Maße der gesuchten Kraft H in dem Maßstabe ergeben, in dem die im Seilecke Fig. VIII gefundene Länge c dem Maße der Last G gleich ist.

Nachdem die Kraft H, wie eben gezeigt, bestimmt wurde, findet man leicht die Maße derjenigen Pfeilermomente, welche von dieser Kraft durch Erzeugung vertikaler Auflagerkräfte hervorgerufen werden. Ist nämlich die Kraft H gleich der Last G, ist daher ihr Maß gleich der eben erwähnten Länge c, so sind die Maße der in Rede stehenden Pfeilermomente, wie wir eben sahen, gleich den in Fig. IV gefundenen y_1 und y_2. Bezeichnen wir die Maße der gesuchten Pfeilermomente für irgend einen anderen Wert von H, dessen Maß gleich h ist, der Reihe nach mit y_{h1} und y_{h2}, so ist daher:

$$y_{1h} = y_1 \frac{h}{c} \quad \text{und} \quad y_{2h} = y_2 \frac{h}{c}.$$

Und auch diese Momentenmaße beziehen sich auf die Last G als Basis, können daher den für die Pfeilermomente der ersten Gruppe auf Taf. I Fig. VII—VIII gefundenen, mit Berücksichtigung der Vorzeichen unmittelbar hinzugefügt werden. (Hierüber ist zu bemerken, daß, da die Kraft H am Punkte k des in einen Balken verwandelten Trägers nach links wirkt, die zugehörigen Pfeilermomente, wie aus Fig. IV hervorgeht, positiv

sind.) Ist dies geschehen, so kann das Seileck der sämtlichen vertikalen Kräfte — also der Last G und der vertikalen Stützendrücke — ganz in derselben Weise gezeichnet werden, als wäre der Träger ein Balken. In den Seitenöffnungen wirken nur diese Kräfte. In der Mittelöffnung dagegen greifen an den beiden Auflagern i und k noch die unter sich im Gleichgewichte befindlichen wagerechten Stützendrücke $\pm H$ an.

Wir haben im vorstehenden Beispiele angenommen, daß sich die beiden unverschiebbaren Gelenklager auf benachbarten Pfeilern befinden, und daß sie auf derselben Wagerechten angeordnet sind. Es ist daher im Anschluß an dieses Beispiel zunächst zu bemerken, daß in dem Falle, wenn sich zwischen den beiden festen Gelenkauflagern i und k mehrere, eventuell alle Öffnungen des Trägers befinden (Fig. 6. II), sich in dem in diesem Beispiele erläuterten Verfahren bezüglich der ersten Gruppe der Kräfte überhaupt nichts, bezüglich der zweiten aber nur das ändert, daß dann der als Last betrachteten Kraft H in allen zwischen i und k befindlichen Trägeröffnungen Momentensegmente entsprechen, und daß die Festpunkte in den einzelnen Öffnungen demgemäß zu bestimmen und zu benützen sind.

Die zweite Bemerkung besteht darin, daß auch der Umstand keine wesentliche Änderung der oben besprochenen Lösung erfordert, wenn die beiden eben erwähnten unverschiebbaren Auflager i und k nicht auf derselben Wagerechten angeordnet sind. Man hat sich nämlich dann das Auflager k wieder derartig geändert zu denken, daß dadurch eine wagerechte Verschiebung des gestützten Trägerpunktes k ermöglicht werde. Die an diesem Punkte angreifende Kraft H hat man dagegen in der schiefen Verbindungslinie ik anzunehmen. Um dann das Gesetz der Gegenseitigkeit der Veschiebungen benutzen zu können, bestimmt man die eben erwähnte Kraft H derart, daß die Verschiebungskomponente des Trägerpunktes k in der Richtung ik Null sei. Denn ist die Verschiebung dieses Punktes sowohl in vertikaler Richtung, als auch in der Richtung ik Null, so bewegt er sich überhaupt nicht. Und das ist ja zu erreichen.

4. Der Bogen ist an den beiden unverschiebbaren Auflagern eingespannt. Hat der Träger wohl nur zwei unverschiebbare Auflager — wie bisher — ist er jedoch an diesen eingespannt (Fig. 6. I), so denken wir uns das eine dieser Auflager — es sei dies das mit k bezeichnete — in der Weise abgeändert, daß der Träger dadurch in einen fortlaufenden Balken mit zwei eingespannten Auflagern verwandelt werde, wie dies in den eben erwähnten Abbildungen neben dem bezüglichen Auflager angedeutet ist.

Im Anschluß hieran nehmen wir die am Punkte k angreifende Kraft H am einfachsten wohl in wagerechter Richtung, sonst aber in beliebiger Höhe an. Dann bestimmen wir diese Kraft — um das Gesetz der Gegenseitigkeit der Verschiebungen an-

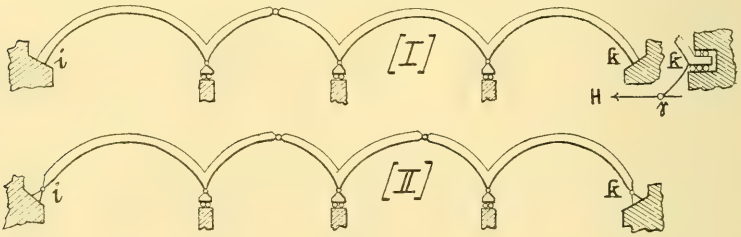
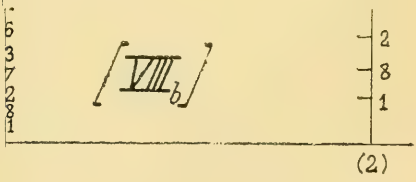
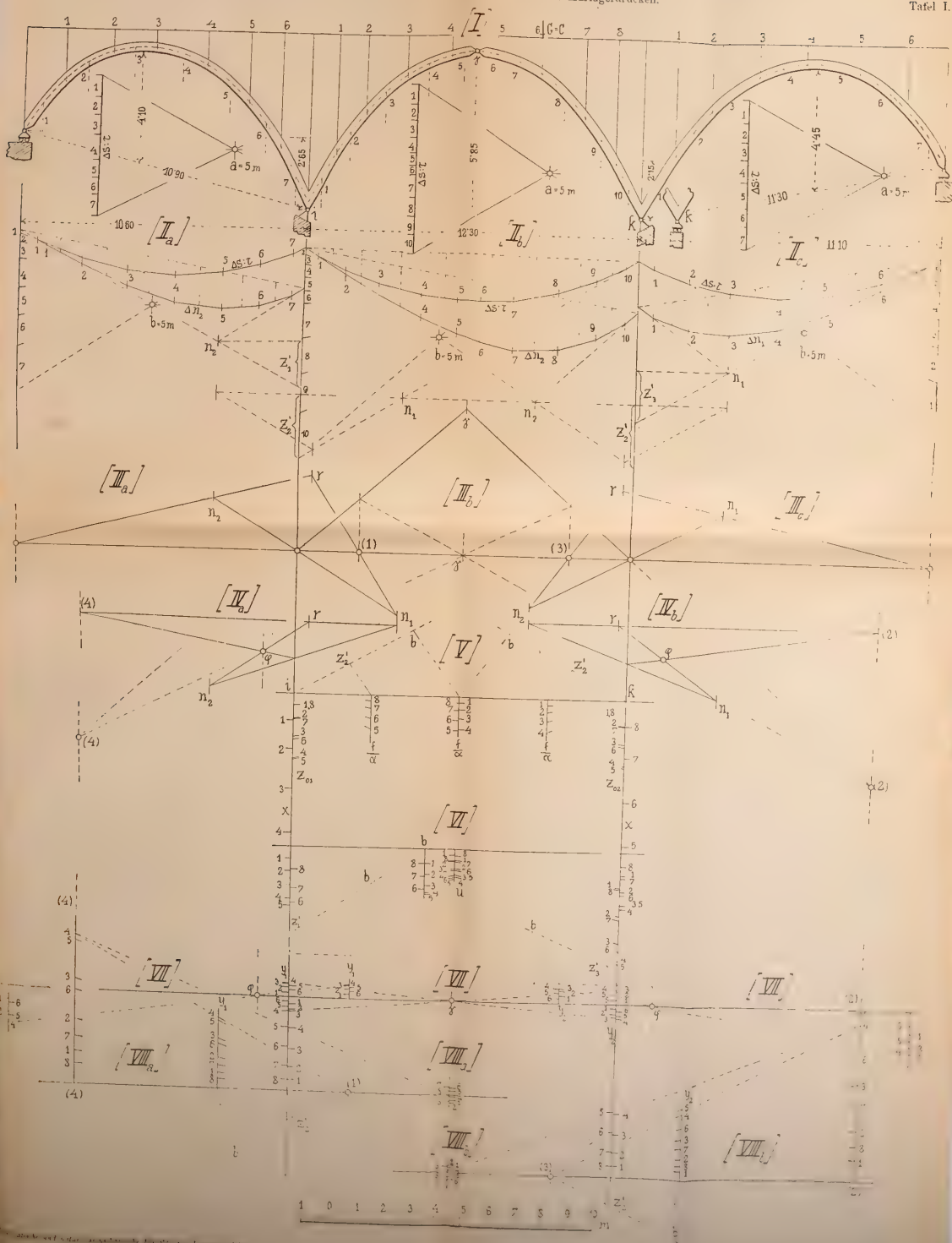


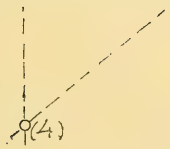
Fig. 6.

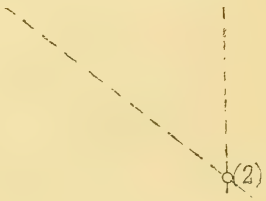
wenden zu können — in der Weise, daß diejenige wagerechte Verschiebung, welche die als Last anzusehende, eben erwähnte Kraft H an einem beliebigen, auf der Wagerechten H liegenden, mit dem Ende k des Trägers geometrisch verbundenen Punkte γ erzeugt, gleich und entgegengesetzt derjenigen sei, welche die Kräfte der ersten Gruppe an diesem Punkte verursachen. Es ist nämlich klar, daß, da sich der Endquerschnitt k des in einen Balken verwandelten Trägers, ohne Eintritt einer Drehung, in wagerechter Richtung verschiebt, sich jeder beliebige, mit k geometrisch verbundene Punkt um ebensoviel bewegt, als der Punkt k selbst. Ist daher die wagerechte Verschiebung des eben genannten Punktes γ Null, so ist das auch am Trägerpunkte k der Fall.

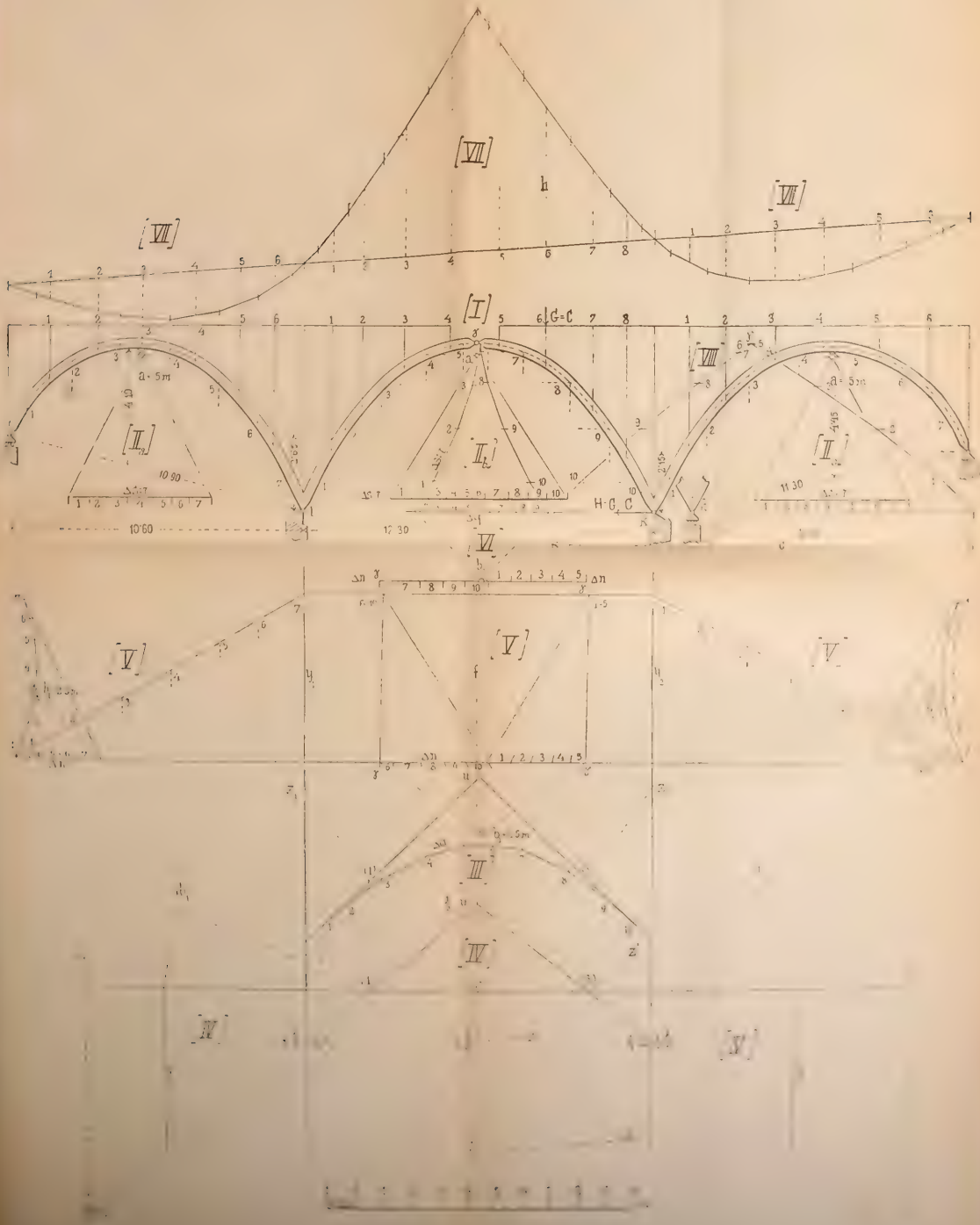
Wie hieraus ersichtlich, gilt auch für den jetzt in Rede stehenden Fall die bisher erläuterte Lösung. Nur ist behufs Be-


6
3
7
2
8
1
VIII b
2
8
1
(2)


I
II a
II b
II c
III a
III b
III c
IV a
IV b
V
VI
VII
VIII a
VIII b
VIII c
a=5m
b=5m
C=C
K
k
r
γ
δ
φ
Δs·τ
Δn₁
Δn₂
n₁
n₂
Z'₁
Z'₂
Z'₃
Z₀₁
Z₀₂
4·10
2·65
5·85
2·15
4·45
2·35
10·90
10·60
12·30
11·30
11·10


(4)


(2)


[VII]
h
[VII]
[VII]
[I]
G=C
[VIII]
a=5m
[II]
10.90
10.60
12.30
H=G=C
11.30
[VI]
[V]
[V]
[V]
[III]
[IV]
[IV]
[V]

stimmung der Kräfte beider Gruppen die Theorie des (kontinuierlichen) Balkens mit zwei eingespannten Auflagern anzuwenden.

Die Höhenlage der End- und Mittelstücken ist bezüglich des einzuschlagenden Weges sowohl hier, als auch in Fig. 6. I, ganz belanglos.

5. Anderweitige Anordnung der Gelenke. Wir haben bisher vorausgesetzt, daß sich in je einer Trägeröffnung nur ein Gelenk befindet. Es ist jedoch leicht einzusehen, daß die Behandlung sonstiger Anordnungen — immer vorausgesetzt, daß die Stützung des Trägers nur auf zwei Auflagern keine wagerechte Verschiebung und eventuell auch keine Drehung zuläßt — sich auf die vorangehend beschriebene zurückführen läßt.

Wir erwähnen diesbezüglich nur noch den Fall, wenn in einer der Trägeröffnungen, die sich zwischen den beiden unverschieblichen Auflagern i und k befinden, zwei Gelenke γ_1 und γ_2 angeordnet sind. Es ist klar, daß dann, an dem in einen Balken verwandelten Träger, die Ordinaten des Momententrapezes der zweigelenkigen Trägeröffnung mn auf der Vertikalen der Gelenke γ_1 und γ_2 für beide Kräftegruppen bekannt sind. Man kennt daher auch die Momentenmaße an den Vertikalen der Pfeiler m und n, also auch die bisher mit z bezeichneten Abschnitte des Seilecks der ideellen Kräfte auf diesen Vertikalen, sowohl für die dem Pfeiler m vorangehende, als auch für die dem Pfeiler n nachfolgende Öffnung. Offenbar sind nun die Endpunkte der zuletzt erwähnten Abschnitte z Festpunkte des Seilecks der ideellen Kräfte. Man kann daher von diesen aus, von m nach links und von n nach rechts fortschreitend, die noch fehlenden Festvertikalen und Festpunkte der außerhalb mn befindlichen Trägeröffnungen für beide Gruppen der Kräfte leicht bestimmen.

Auf noch weitere Anordnungen der Gelenke (z. B. dreier Gelenke in einer der zwischen i und k befindlichen Trägeröffnung) glauben wir, da die Lösung nach dem oben Erwähnten als selbstverständlich vorausgesetzt werden kann, nicht eingehen zu müssen.

4.

ÜBER EINIGE PATAGONISCHE PROTOZOEN.

Von G. ENTZ senior.

Mit zwei Tafeln.

Vorgelegt in der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften am 15. Juni 1902.

Aus „Mathematikai és Természettudományi Értesitö" (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Anzeiger der Akademie), Bd. XX pp. 442—469.

In den Jahren 1899—1900 wurde von Dr. FILIPPO SILVESTRI in Patagonien Süßwasserplankton gesammelt und die Aufarbeitung der darin befindlichen Crustaceen Dr. E. v. DADAY überlassen, der auch das Resultat seiner Untersuchungen vor kurzem publiziert hat (4). Dies Material enthielt, teils an Crustaceen, teils unter den verschiedenen Planktonorganismen, auch Protozoen, deren Untersuchung ich übernahm. Vorliegende Abhandlung faßt nun das Resultat meiner diesbezüglichen Studien zusammen.

SILVESTRI benützte zur Konservierung stark verdünntes Formol, in welchem die Protozoen sich bekanntlich ohne Deformierung sehr gut erhalten. Der überwiegende Teil der Protozoen besteht aus Commensalisten kleiner Entomostraken, von den frei lebenden fand ich mehrere zwischen den Entomostraken, die meisten aber in dem Planktonmaterial, welches SILVESTRI am 31. März 1899 im Lago di Villa Rica gesammelt hat.

Die kleine Protozoafauna von 23 Arten stimmt im ganzen mit den Protozoen europäischen Planktons sehr überein. Unter den bekannten Arten aber fand ich, und zwar in ungeheurer Menge noch eine neue Art (*Acineta tripharetrata*), welche nebst einigen Daten über *Tocophrya Cyclopum* unten eingehend besprochen werden soll.

Die vorgefundenen Protozoen sind folgende:

I. Mastigophora.

1. *Euglena lacustris* (CHANTR.). — Von mehreren Fundorten, frei zwischen Planktonorganismen. Diese Euglena-Art ist es, deren grüner Farbstoff sich zuweilen in Purpurrot verwandelt (= *E. sanguinea* EHRBG.) Die patagonischen Exemplare enthielten reines Chlorophyll.

2. *Colacium vesiculosum* EHRBG.

3. *Colacium Arbuscula* STEIN. — Mit der vorigen Art sehr häufig an den Körperanhängen der Daphniden und Copepoden.

4. *Dinobryon cylindricum* var. *divergens Lemm.* (= *D. divergens* IMH., Conf. *14.* 517.) — In ungeheurer Menge im Plankton des Lago di Villa Rica. (Fig. 1.)

5. *Volvox aureus* EHRBG. (= *V. minor*, STEIN.) — An mehreren Fundorten.

6. *Eudorina elegans* EHRBG. — In sehr großer Anzahl im Lago di Villa Rica.

7. *Ceratium macroceras* SCHRANK (= *C. Hirundinella* AUTOR. — An mehreren Fundorten.

8. *Cephalothamnium caespitosum* (S. KENT) — An Daphnia Pulex.

9. *Codonosiga Botrytis* (EHRBG). — Einige Exemplare gleichfalls an Daphnien.

II. Sarcodina.

10. *Difflugia globulosa* DUJ.

11. *Arcella discoides* EHRBG.

12. *Centropyxis aculeata* (EHRBG.). — Alle drei Arten an mehreren Fundorten.

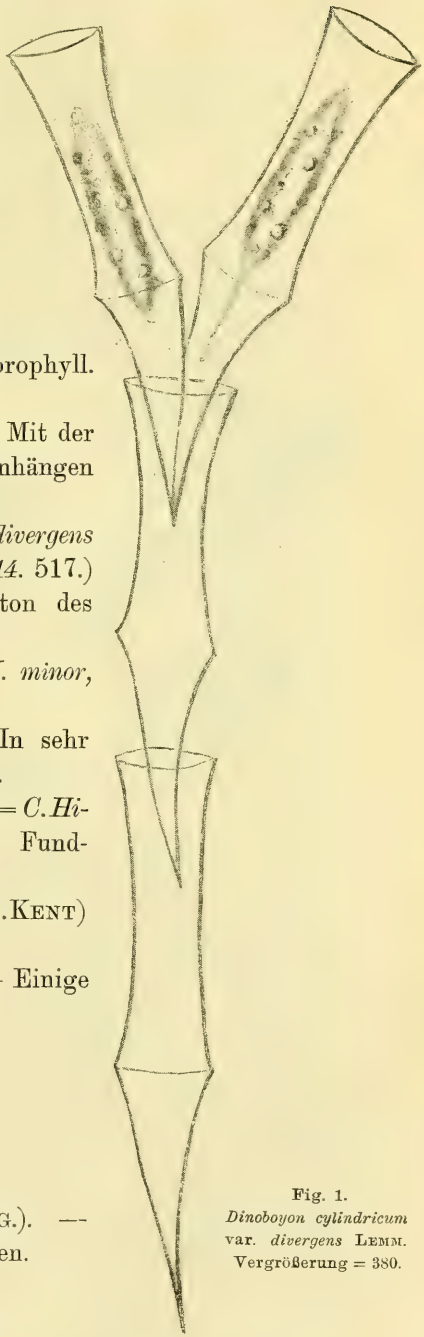


Fig. 1.
Dinoboyon cylindricum var. *divergens* LEMM.
Vergrößerung = 380.

III. Sporozoa.

13. *Amoebidium parasiticum* CIENK. — Häufig an den Körperanhängen von Daphnien und Copepoden.

IV. Infusoria.

A) Ciliata.

14. *Stentor coeruleus* EHRBG. — In großer Menge im Plankton des Lago di Villa Rica.

15. *Zoothamnium parasita* STEIN. — Häufig an Daphniden.

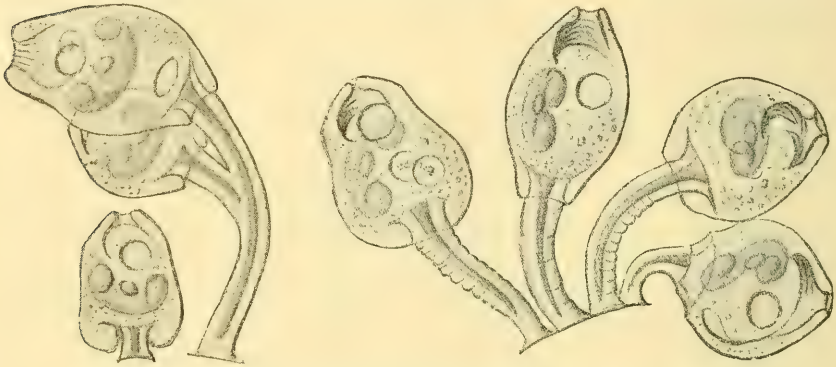


Fig. 2. *Carchesium brevistylum* (D'UDEK.).
Vergrößerung = 200. (Auf $^1/_3$ der Original-Aufnahme reduziert.)

16. *Carchesium polypinum* (L.) — Einige Fragmente von Bäumchen im Plankton des Lago di Villa Rica.

17. *Cachesium brevistylum* (D'UDEK.). — In großer Anzahl an den Körperanhängen von *Daphnia Sarsii* DAD., *Cyclops spinifer* DAD. und *Pseudoboeckella Bergi* (RICH.) (Fig. 2).

Diese Vorticellide, welche an Crustaceen, Larven von Wasserinsekten, an Schnecken, Muscheln, kleinen Fischen und Kaulquappen überall gemein ist und gewöhnlich in solcher Menge beisammen lebt, daß sie den Körper des Wirtes dichtem Schimmel ähnlich überzieht, — entwickelt sich zumeist nicht in verzweigten Kolonien, sondern jedes Individuum sitzt vereinzelt auf seinem Stiel, weshalb sie ihr erster Beschreiber D'UDEKEM (*24*) in das Genus *Vorticella* stellte (*Vorticella brevistyla* D'UDEK.). Ich habe

unter der großen Menge sowohl patagonischer, als auch ungarischer Exemplare nebst den vereinzelt sitzenden Formen stets auch solche gefunden, deren Teilungsknospen in aus 2—4, selten mehr Individuen bestehenden verzweigten Kolonien vereint bleiben und diese gehören ihrem Stielmuskel nach in das Genus *Carchesium*. Von solitär (*Vorticella*-) und in kleinen Kolonien lebenden (*Carchesium*-) Formen ist die solitäre die häufigere, um nicht zu sagen die herrschende Form. Diese, täuschend eine Vorticella nachahmende und mit dieser leicht zu verwechselnde Carchesiumart ist an dem relativ dicken Stiel, welcher die Körperlänge selten um mehr als das 2—4-fache übertrifft, in den meisten Fällen, besonders an kleinen Entomoskraken, sogar noch kürzer ist, sowie zufolge ihrer eigentümlichen nickenden Bewegungen auch ohne eingehende Untersuchung, ich möchte sagen auf den ersten Blick, leicht zu erkennen.

18. *Epistylis articulata*, From. — Häufig, lebt massenhaft an Daphniden und Copepoden. (Fig. 3.)

Seitdem Fromentel, bezw. Mme Jobard-Muteau diese Epistylis beschrieben (*9.* 242), befaßte sich meines Wissens niemand mit ihr, obgleich sie laut meinen Untersuchungen überall sehr gemein ist (ich kenne sie von Kolozsvár, aus der Umgebung von Budapest, aus dem Tataer See und dem Balaton), allein sie wurde sowohl von anderen Forschern, als auch von mir mit *Epistylis anastatica*, Ehrbg. verwechselt, welche eine ganz übereinstimmende Lebensweise führt und von welcher sie sich fast nur dadurch unterscheidet, daß ihr Stiel nahezu ebenso gegliedert ist, wie der von *Carchesium Epistylis* Clap. et Lachm. Unter den patagonischen Exemplaren fanden sich auch zahlreiche encystierte vor. Die Cysten sind gestreckt, tonnen- oder zitronenförmig; an ihrer derben, gelblichbraunen Schale ziehen ca. 16—20 kammartig vorspringende, meridionale Rippen hin, wodurch sie einigermaßen an Cysten von *Epistylis branchiophila* Perty erinnern.

19. *Epistylis invaginata* Clap. et Lachm. — Häufig an Daphniden.

20. *Epistylis brevipes*, Clap. et Lachm. — Häufig, lebt massenhaft an der Schale von *Potamocypris Silvestrii* Dad. (Fig. 4.)

Diese überall gemeine, kleine Epistylis variiert ganz ebenso, wie *Carchesium brevistylum* (D'UDEK.), indem sie in der Regel gleichfalls keine Kolonien entwickelt, sondern solitär lebt; aus

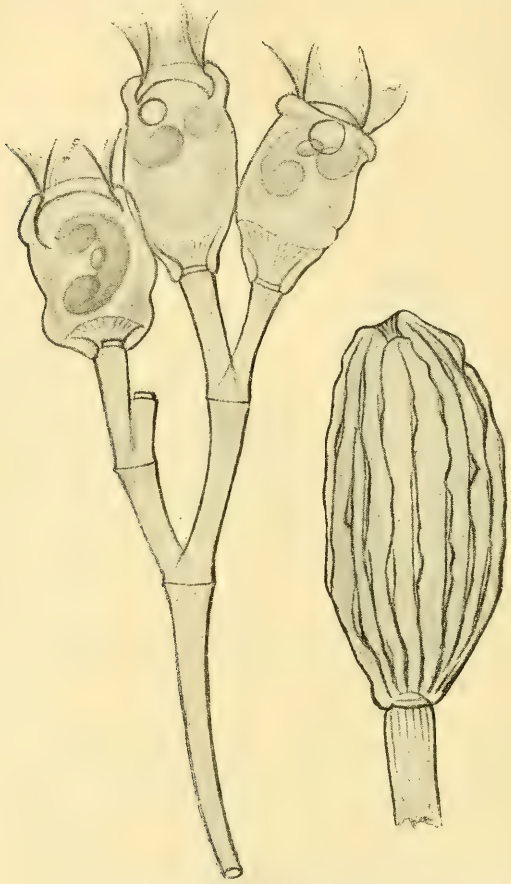


Fig. 3. *Epistylis articulata* FROM. Vergrößerung der Kolonie = 200, die der Cyste = 350 (1/3).

diesem Grunde wurde sie auch von S. KENT in das Genus *Rhabdostyla* gestellt (*12.* 665)*; allein unter den Hunderten von

* Ebenfalls als *Rhabdostyla* wurde sie von DADAY von Nagyvárad erwähnt (DADAY J. és KERTÉSZ M., A. nagyváradi közönséges és meleg állóvizek górcsövi állatvilága. [Die mikroskopische Tierwelt der gewönlichen und warmen Wässer von Nagyvárad]: A magyar orv. és term. vizsg. XXV.

Exemplaren am Körper desselben Wirtes finden sich stets einzelne, die in niedrigen Kolonien von 2—7 Individuen vereint bleiben. Der Stiel des Tierchens ist gewöhnlich weit kürzer, als der Körper,

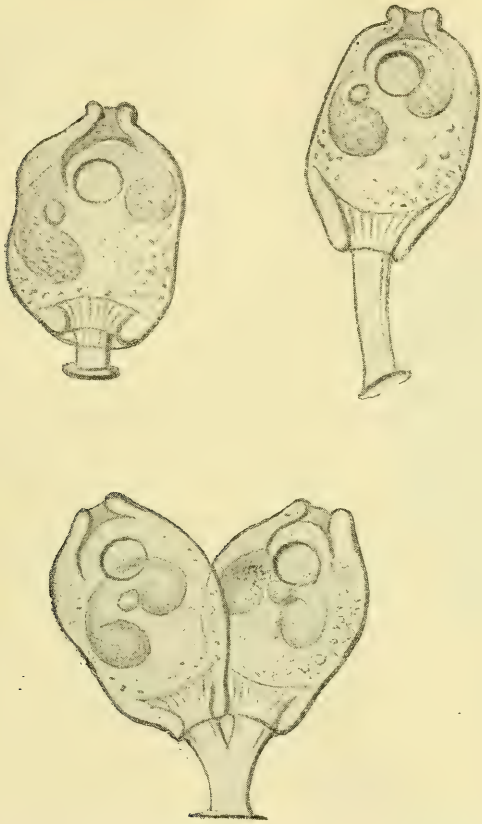


Fig. 4. *Epistylis brevipes* Clap. et Lachm. Vergrößerung = 200.

es kommen indessen auch Exemplare vor, deren Stiel die Länge des Körpers erreicht, zuweilen sogar übertrifft. Die patagonischen

vándorgyülésének munkálatai [Arbeiten der XXV. Wanderversammlung ungarischer Ärzte und Naturforscher], 1890, ferner von R. Francé aus den Röhrichten des Siófluss es (A Balaton tudom. tanulmányozásának eredményei. I. rész. A Balaton faunája. [Resultate der wissenschaftlichen Durchforschung des Balaton. I. Teil. Die Fauna des Balaton.] Budapest, 1897. 53. In dem Faunaverzeichnis von Ungarn (7. 8) habe auch ich die Angabe von Daday mit der Bemerkung „Genus et species dubia" angeführt.

Exemplare sind von den durch CLAPARÈDE und LACHMANN bei Berlin an Larven von Wasserinsekten beobachteten (*3.* I. 114.) einigermaßen verschieden, da ihre Form etwas gedrungener, ihr macronucleus aber nicht eiförmig, sondern hufeisen- oder gestreckt bandförmig ist. Es ist nicht ausgeschlossen, daß fernere Untersuchungen zu dem Resultat führen werden, daß diese kleine *Epistylis* eigentlich nichts anderes ist, als eine meist solitär bleibende Zwergform irgend einer andern *Epistylis*-Art, ja, wie ich es bereits an anderer Stelle (*8.* 248.) hervorgehoben habe, scheint es mir sehr möglich zu sein, daß auch anderen *Epistylis*-Arten derlei Zwergformen zukommen.

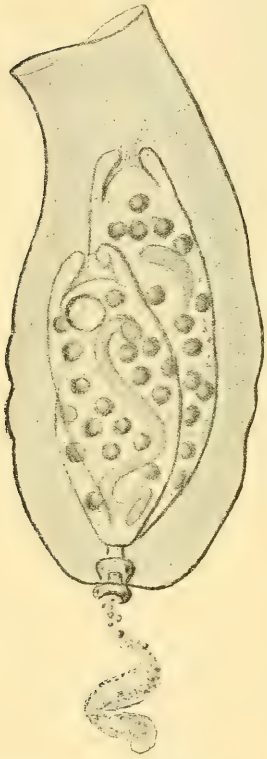


Fig. 5. *Cothurnia crystallina* (EHRB.). Vergrößerung = 380 (1/3).

21. *Cothurnia crystallina*, (EHRBG.). — Zahlreich im Plankton des Lago di Villa Rica.

Die patagonischen Exemplare weichen von der Zoochlorellen enthaltenden großen Form (= *C. grandis* PERTY) der zur Variation so überaus geneigten *C. crystallina* dadurch ab, daß der Halsteil ihrer Hülse schwach gebogen ist. Es ist eigentümlich, daß ich von zahlreichen Exemplaren nicht ein einziges an Algenfäden fand; sämtliche schwebten frei unter den übrigen Planktonorganismen, und die kleine, gedrungene Fußscheibe hing mit einer granulierten Gallertmasse zusammen, was auf mich den Eindruck machte, als ob diese Cothurnien auf irgend einer schleimig-gallertartigen Masse (z. B. Schneckenlaich) fixiert gewesen und nach deren Zerfließen frei in das Plankton geraten wären.

B) Suctoria.

22. *Acineta tripharetrata* n. sp.
23. *Tocophora Cyclopum* CLAP. et LACHM.

Die Beschreibung beider folgt nachstehend.

*Acineta tripharetrata** n. sp. Taf. I. und Taf. II. Fig. 1—4.

Bekanntlich siedelt sich ein großer Teil der Suctorien, als Commensalen oder Raumparasiten, auf der Oberfläche anderer Wassertiere an. Daß es für ein fixiertes Tier von größtem Vorteil ist, sich auf einem frei umherstreichenden Wirte anzusiedeln, ist leicht begreiflich; dagegen ist es weniger einleuchtend, weshalb die Suctorien ihren Wirt je nach der Gattung, oft sogar nach den Arten auswählen; wenn man aber auch die unmittelbar wirkende Ursache nicht kennt, so läßt sich doch mit Recht voraussetzen, daß sie von seiten ihres Wirtes solche spezielle Vorteile genießen, welche ihre Existenz garantieren und welche ein anderes Wirttier nicht zu bieten vermag. Die Wirte gehören von den Fischen bis zu den Ciliaten (*Epistylis*, *Carchesium*, *Ophrydium*) in die verschiedensten Gruppen der Wassertiere (cfr. R. Sand, *19.* 180). Von den Süßwasser-Crustaceen sind es vorzüglich die Decapoden, Isopoden, Amphipoden und Copepoden, an welchen verschiedene Suctorien leben. An den Cladoceren dagegen, auf welchen sich andere commensalistische Protozoen mit Vorliebe ansiedeln, leben nach den bisherigen Untersuchungen im allgemeinen keine Suctorien. Bloß im Züricher See fand Imhof an einem *Bythotrephes longimanus* eine Suctorie, *Acineta elegans* Imh. (*11.* 168). Nach den Daten der einschlägigen Literatur, sowie nach meinen eigenen Erfahrungen, hat es mich einigermaßen überrascht, daß die Schale zahlreicher Exemplare der patagonischen *Daphnia Pulex* ganz besetzt war mit einer kleinen Suctorie, welche nach dem System von Bütschli (*2.* 1928) in das Genus *Acineta* gehört, aber mit keiner bisher bekannten Art identisch ist.

Die patagonische *Acineta*, welche ich mit dem Artnamen *tripharetrata* bezeichne, ist vermöge ihres dreieckigen Körpers und ihrer in drei Bündeln stehenden Saugfäden unter den bisher bekannten Suctorien der im Furkalwinkel von *Cyclops phaleratus* lebenden *Trichophrya cordiformis* Sebew. (*20*) auffallend ähnlich, doch besitzt diese, gleich den übrigen *Trichophrya*-Arten, weder

---

* Pharetra (φαρέτρα) = Köcher; mithin tripharetrata dreiköcherig, was sich auf die drei Bündel der Saugfäden bezieht.

ein Gehäuse noch einen Stiel, ferner ist diese mit der ganzen abgeflachten Unterseite ihres Körpers an die Unterlage befestigt. Bei genauer Vergleichung beider Suctorien ergibt es sich, daß ihre Ähnlichkeit ganz äußerlich ist und daß zwischen ihnen keinerlei verwandtschaftlichen Beziehungen bestehen. Dagegen steht *A. tripharetrata* unstreitig nahe zu *A. Jolyi* MAUP., welche von MAUPAS an See-Hydroiden, Bryozoen und Algen entdeckt wurde. (*15*, S. KENT; *12*. II. 835). *A. Jolyi* unterscheidet sich von *A. tripharetrata* fast nur durch Größenverhältnisse, welche sich auf verschiedene Richtung des Wachstums zurückführen lassen, insbesondere aber dadurch, daß die basale Hälfte ihres Gehäuses in einen langen Kegel ausgezogen ist, sowie, daß ihr gerader Stiel die Körperlänge weit übertrifft und schließlich dadurch, daß der Körper an beiden Seiten ungewöhnlich stark abgeflacht ist: „Loge extrémement comprimée" (SAND, *19*. 291). Im System sind die beiden Acineten, als nahe Verwandte, jedenfalls unmittelbar nebeneinander zu stellen.

Der Umriß des Körpers von *A. tripharetrata* hat im ganzen die Form eines Kartenherzes, oder eines Dreiecks mit abgestumpften Ecken. Behufs präziser Orientierung unterscheide ich drei Achsen, und zwar: a) die *Hauptachse*, welche den apikalen und basalen Pol verbindet und in deren Richtung der Körper sich in zwei gleiche Hälften teilt; b) die *Querachse*, welche die beiden Seitenbündel der Saugfäden miteinander verbindet; c) die *Seitenachse*, welche die beiden vorigen Achsen im rechten Winkel schneidet. Die längste der drei Achsen ist die Querachse, welche zuweilen so übermäßig verlängert ist, daß die ursprüngliche Herzform ganz entstellt wird; am kürzesten ist die Seitenachse, in deren Richtung der Körper mehr oder weniger flach gedrückt ist, die Kerngegend ist indessen stets etwas aufgedunsen. Der Apikalpol der Körpers ist mehr oder minder kegelförmig zugespitzt, der Basalpol hingegen eingebuchtet. und aus dieser Einbuchtung entspringt der Stiel; zuweilen aber, besonders an jungen Individuen, ist auch dieser Pol zugespitzt. Die Ecken der Querachse sind bald aufgedunsen (Taf. I. Fig. 2. 5), bald gerade, oder schief abgeschnitten (Taf. I. Fig. 1). All diese Formverschiedenheiten stehen in erster Reihe sicherlich mit den Ernährungsverhältnissen in Zusammenhang,

in geringerem Maße aber mit der aktiven Zusammenziehung des Protoplasmakörpers.

Die Querachse von sieben Exemplaren ergab folgende Maßverhältnisse: 72, 60, 56, 52, 52, 48, 40 μ; die Haupt- und Querachse eines kleinen und eines außerordentlich großen Exemplares aber folgende: 36—48 μ und 48—72 μ.

Laut Bütschli (2. 1928) beruht der Unterschied zwischen den sehr nahe stehenden Gattungen *Tocophrya* und *Acineta* darin, daß die Acineten ein Gehäuse besitzen, die Tocophryen dagegen nicht. Dieser Unterschied läßt sich an einem großen Teil der Acinetinen tatsächlich konstatieren; allein die dem Protoplasmakörper unmittelbar aufliegende *Schalenhülle* und das vom Protoplasmakörper abstehende *Gehäuse* sind sicherlich homologe Gebilde, beide nichts anderes, als die zu einer chitinartigen Membran erhärtete Pellicula, welche der Körperoberfläche bald innig aufliegt, bald von derselben sich zum Teil oder gänzlich abhebt und so eine partielle oder ganze Hülle bildet; demzufolge kann der Übergang zwischen der Schalenhülle und dem Gehäuse selbst bei verschiedenen Individuen ein und derselben Art ein so allmählicher sein, daß es von einzelnen Acinetinen (z. B. *Acineta linguifera* Chap. et Lachm.) kaum zu entscheiden ist, welchem der Genera sie angehöre. Zu letzteren gehört auch *A. triparetrata*, deren manche Exemplare den Charakter des Genus *Tocophrya* an sich tragen (Taf. I. Fig. 3. 5), die meisten aber den von *Acineta*. Am häufigsten sind diejenigen Exemplare, deren Schalenhülle sich an einer kleineren oder größeren Fläche vom Protoplasmakörper loslöste (Taf. I. Fig. 1. Taf. II. Fig. 1), demzufolge die Schalenhülle nur ein partielles Gehäuse bildet; seltener sind Exemplare, deren Schalenhülle auch von einem Teil des apikalen Endes, oder geradezu vom ganzen Protoplasmakörper losgelöst ist (Taf. I. Fig. 2. 6); von letzteren vermute ich, daß diese vollständige Loslösung der Hülle nicht dem natürlichen Zustande entspricht, sondern der Konservierung zuzuschreiben ist.

Am Apikalpol des Gehäuses, respektive der Panzerhülle ist eine runde Öffnung, die *Gebäröffnung* wahrzunehmen, die bald fast ganz verschlossen und dann nur schwer zu bemerken ist, bald stark erweitert ist; letzteres gilt insbesondere von Indi-

viduen, welche Embryonen einschließen (Taf. I. Fig. 3), an welchen es auch auszunehmen ist, daß sich die Schale, zu einer feinen Membran verdünnt, in die Gebärhöhle fortsetzt. Die Schalenhülle erscheint dort, wo die Saugfäden ausstrahlen, wie durchlöchert, bei scharfer Einstellung überzeugte ich mich jedoch, daß zum Austritt der Saugfäden keine präformierten Öffnungen vorhanden sind, sondern daß die Hülle, außerordentlich verdünnt, sich auch auf die Saugfäden fortsetzt.

Aus dem basalen Pol des Gehäuses entspringt mit etwas verdicktem Anfangsteil der kurze, zylindrische Stiel, welcher mit keiner Fußscheibe, sondern einfach abgestutzt endet. Der Stiel ist in der Regel bräunlich oder gelblich, der Länge nach fein, oft kaum bemerkbar gestreift, niemals gerade, sondern *S*-, oder noch häufiger bogenförmig gekrümmt.

Der Protoplasmakörper hat im ganzen dieselbe Form, wie das Gehäuse, welches — wie bereits erwähnt — dem größten Teile des Körpers eng aufliegt; die scharf konturierte Grenzlinie jener Teile, von welchen das Gehäuse absteht, läßt darauf schließen, daß die Körperfläche unter dem Gehäuse noch mit einer feinen Pellicula bedeckt ist. Auch an der apikalen Spitze des Protoplasmakörpers ist die bei Beschreibung des Gehäuses erwähnte Öffnung bemerkbar, durch welche die Panzerhülle zu einer feinen Membran verdünnt, sich in das Innere des Körpers fortsetzt. Dieser eingestülpte Teil der Hülle erscheint bei Individuen, die keinen Embryo enthalten, als ein, an die Schlundröhre der *Enchelyiden* erinnernder, bald glatter, bald längsgestreifter Strang (Taf. I. Fig. 1. 2. 6), welcher sich in der Richtung der Hauptachse zuweilen fast bis zum basalen Pol verfolgen läßt. Offenbar ist dies schlundähnliche Gebilde dasjenige, welches sich bei der Fortpflanzung zu einem geräumigen, den Embryo aufnehmenden Schlauch erweitert (Taf I. Fig. 3).

Die Saugfäden, welche ich mit HÄCKEL (*10.* 246) als *Suctellen* bezeichne, sind ebenso, wie die Suctellen von *A. Jolyi* in drei Bündel angeordnet, deren eines an der apikalen Spitze des Körpers, die beiden anderen aber an den Seitenlappen einen größern oder kleinern Raum einnehmen. An einzelnen Exemplaren ließ sich deutlich wahrnehmen, daß die Suctellen nicht regellos zerstreut,

sondern spiralig angeordnet sind (Taf. I. Fig. 6). Die einzelnen Suctellen sind nicht gerade gestreckt, sondern gewöhnlich schwach *S*-förmig oder bogig, oder aber — besonders an den Seitenbündeln — angelartig gekrümmt (Taf. I. Fig. 1). Am mittleren Bündel sind die innersten Suctellen häufig zu einem quastenartigen Busch vereinigt (Taf. I. Fig. 6). Außer den in Bündel angeordneten Suctellen konnte ich an einigen Exemplaren, noch ganz kurze in vier querlaufenden Ringlinien stehende, borstenartige verdünnte Suctellen wahrnehmen (Taf. I. Fig. 6), welche ohne Zweifel an jenen Ringstreifen stehen, welche die Wimpern des ausschwärmenden Embryos trugen. Die Suctellen sind am proximalen Ende dünn, werden allmählig dicker, um sich gegen das distale Ende wieder zu verjüngen (Taf. I. Fig. 8, d); die verschiedenen Phasen der Verkürzung der Strecken zeigen die beigefügten Abbildungen (Taf. I. Fig. 8, a, b, c). Das distale Ende der Suctellen ist bald einfach abgestutzt oder scheibenartig erweitert, bald keulen- oder knopfartig gedunsen (Taf. I. Fig. 7, a, b, c. d; Fig. 8, a, b, c, d); diese Formverschiedenheiten sind natürlich nicht beständig, sondern hängen ab von dem verschiedenen Grade der Kontraktion und Ausdehnung des nach Art einer Saugscheibe tätigen freien Endes der Suctellen und entsprechen somit bloß zeitweiligen Zuständen. Bei starker Vergrößerung ist der Achsenkanal der Suctellen, sowie die in zwei entgegengesetzten Richtungen gewundenen Fibrillen in der Rindenschicht derselben gut wahrzunehmen (Taf. I. Fig. 8, a, b, d, — beide Fibrillen sind nur in der mit *a* bezeichneten Suctelle angedeutet). Von einer Fortsetzung der Suctellen innerhalb des Körperplasmas ließ sich keine Spur wahrnehmen. Am Körperplasma läßt sich das Ecto- und Endoplasma nicht deutlich unterscheiden. Das Plasma ist bald gänzlich farblos, bald zufolge der sogleich zu schildernden Einschlüsse graulich oder grünlich. Das Plasma von *A. tripharetrata* kann nämlich zweierlei Einschlüsse, d. i. farblose und grüne Körperchen enthalten.

Die farblosen Körperchen sind größere oder kleinere rundliche, schwach fettglänzende Schollen; sie fehlen selten, meist ist das Plasma mit ihnen vollgepfropft (Taf. I, Fig. 1, 3, 5); diese Schollen, welche, wie dies von PLATE an *Dentrocometes* und *Stylo-*

cometes nachgewiesen wurde, in der Tat Fett enthalten, sind, was übrigens schon ältere Forscher (Stein, Claparède und Lachmann) vermutet hatten, die gewöhnlichen Assimilationsprodukte der Suctorien.

Die grünen Körperchen habe ich nur in einem kleinen Teile der nach Hunderten untersuchten Exemplare gefunden, und zwar entweder bloß einige in einer *Acineta* (Taf. I, Fig. 2) oder ziemlich viele, so daß sie die *Acineta* entschieden grün färbten. Die grünen Körperchen haben einen Durchmesser von ca. 5—10 μ, sind bald rundlich, bald ei- oder zitronenförmig (Taf. I, Fig. 9). Ihre Grundsubstanz ist farblos mit einer dünneren oder dickeren, etwas mattgrünen Rindenschicht; sie enthalten einen bläschenförmigen Kern, einige kleine Safträume und mehrere kompakte glänzende Körperchen (Amylum oder Paramylum?). Ab und zu hatte ich Gelegenheit paarweise zusammenhängende, wahrscheinlich in der Teilung begriffene grüne Körperchen zu beobachten (Taf. I, Fig. 9). Auf grund all dessen unterliegt es wohl kaum einem Zweifel, daß die grünen Körperchen nicht Produkte des Acinetenkörpers, sondern symbiotische *Zoochlorellen* sind. Daß eine Acineta Zoochlorellen enthält, kann nicht überraschen, denn auch in einer andern Suctorie hat man bereits Zoochlorellen beobachtet. Stein berichtete bereits vor einem halben Jahrhundert (*22*, 248), daß der an den Kolonien von *Ophrydium versatile* schmarotzende *Stylocometes digitatus* Clap. und Lachm. (nach der früheren Auffassung Steins die „*Acinetenform*“ von *Ophrydium*) ebenso „*Chlorophyllkörperchen*“ enthalte, wie *Ophrydium*; nachdem aber die grünen Körperchen von Ophrydium unstreitig Zoochlorellen sind, so ist kaum anzunehmen, daß die Körperchen des Stylocometes andersartige Gebilde seien; denn die auf Ophrydiumkolonien schmarotzenden Stylocometes nähren sich aller Wahrscheinlichkeit nach mit Ophrydien und nehmen die Zoochlorellen mit der Nahrung in sich auf.

Auf die Frage, wie die Zoochlorellen in das Plasma von *A. tripharetrata* gelangen, kann ich keine bestimmte Antwort erteilen, allein auf Analogien gestützt halte ich es für wahrscheinlich, fast für bestimmt, daß sie dieselben mit ihren sehr ausdehnbaren Suctellen in derselben Weise verschlingen wie andere

Suctorien ihre präformierte Nahrung. Es ist bekannt, daß die Suctorien ihre Nahrung in der Regel mit den Suctellen aussaugen, doch erscheint es mir bereits für erwiesen, daß dieses Aussaugen nicht die ausschließliche Art ihrer Nahrungsaufnahme ist. CLAPARÈDE und LACHMANN waren die ersten, die bei *Tocophrya (Podophrya) Trold* CLAP. und LACHM. die Beobachtung machten, daß dieselbe einen *Tintinnus denticulatus* mit ihren Suctellen erfaßte, das Infusorium aus seinem Gehäuse zog und dann vermittels einer sich außerordentlich ausdehnenden Suctelle in buchstäblichem Sinne verschlang (*3*, II, 128). Ebenso habe ich das Verschlingen mit einer Suctelle bei *A. foetida* (= *A. tuberosa* STEIN non EHRBG.) bereits vor vielen Jahren beschrieben (*5*, 32). WRIGHT hat bei *A. apiculosa* WRIGHT, KEPPEN bei *A. pallifera* KEPP. und bei *A. tuberosa* EHRBG. dieselbe Nahrungsaufnahme beobachtet (vgl. BÜTSCHLI *2*, 1868). In meinem Falle waren die verschlungenen Körper *Chlorophyllkörperchen* aus zerweichten Algen, in den Fällen von WRIGHT und KEPPEN aber Algensporen. Dem zufolge spricht meines Erachtens alle Wahrscheinlichkeit dafür, daß auch *A. tripharetrata* mit der Nahrung zu den Zoochlorellen gelangt, die vermutlich von jenen *Colacium*-Arten herstammen, welche mit *A. tripharetrata* in großer Menge an Daphnienschalen leben und den Acineten offenbar zur Nahrung dienen.

Bei *A. tripharetrata* ist die Anzahl der kontraktilen Vakuolen, die ich der Kürze halber als *Pulsellen* bezeichne, nicht beständig, sondern schwankt zwischen 1—6. Bei zehn nacheinander ohne jede Auswahl untersuchten Exemplaren war die Anzahl der Pulsellen folgende: eine einzige Pulselle hatten 2, zwei 1, drei 6, vier 1 Exemplar. Ich halte es für wahrscheinlich, daß die Zahl der Pulsellen zumindest zwei beträgt und daß bei der stets exzentrisch gelegenen einzigen Pulselle (Taf. I, Fig. 3, 4, 6) die entgegengesetzte Pulselle in dem Momente, als die Acinete in die Konservierungsflüssigkeit gelangte, sich in gänzlicher Systole befand. Die Pulsellen sind in der Diastole rundlich und ihr ziemlich langer Ausführungsgang ist bei scharfer Einstellung oft ganz deutlich (Taf. I, Fig. 4).

Der in der Richtung der Querachse gelegene ansehnliche *Makronucleus* hat eine ziemlich mannigfache Form: bald ist er

gedrungen, kugelig, ei- oder nierenförmig, bald gestreckt wurstförmig, mit gegeneinander oder in entgegengesetzter Richtung gebogenen Enden. Innerhalb seiner Hülle sind in der homogenen Grundsubstanz bald schärfer, bald weniger scharf umschriebene kleinere oder größere rundliche Körperchen (die ALTMANNschen *Granula*) wahrnehmbar, von welchen die in einem Niveau liegenden gleich großen reihenweise abwechselnd auf ganz regelmäßige Zwischenräume entfallen (Taf. I, Fig. 1, 2, 5), und zwar so, daß von drei Nachbarkörperchen zweier Reihen je eines an die Ecke eines gleichschenkeligen Dreiecks zu liegen kommt. Bei entsprechender Beleuchtung und scharfer Einstellung abwechselnd auf verschiedene Niveaus, läßt sich feststellen, daß diese Körperchen nach ihrer Größe in Schichten angeordnet sind und daß unmittelbar unter der Kernmembran die kleinsten Körperchen liegen, tiefer aber Schichten immer größerer Körperchen folgen.

Bei scharfer Einstellung läßt es sich ferner feststellen, daß diese kreisförmig konturierten Körperchen eigentlich keine Kügelchen sind, wofür sie auf den ersten Blick erscheinen, sondern zylindrische oder keulenförmige Zäpfchen, welche ganz kurzen Suctellen auffallend ähnlich sehen. Diese Zäpfchen stehen senkrecht gegen die Oberfläche und verbinden zwei parallel laufende feine Plasmamembranen miteinander: sie entspringen aus der nach innen gelegenen Plasmamembran und legen sich mit dem zu einer Scheibe verbreiterten Ende an die äußere Membran an. In den äußern Plasmamembran ziehen in Zwischenräumen, welche mit den Zäpfchenreihen zusammenfallen, feinste Streifen, Fäden, die sich in drei Richtungen unter einem Winkel von 60° schneiden und ein regelmäßiges Netzwerk mit dreieckigen Maschen bilden. Die Netzfäden der unmittelbar aneinander grenzenden Schichten laufen nicht parallel, da die Netzfäden jeder Schicht gegen die Richtung der Fäden der darunter und darüber liegenden Schicht unter einem Winkel von 30° verschoben sind, demzufolge nur die Fäden jeder zweiten Schicht (1—3, 2—4, 3—5 usw.) parallel verlaufen. Diese feine Struktur gibt bei einer Einstellung auf das Netz und das distale Ende der Zäpfchen das Trugbild, als ob die Zäpfchen mit Speichenfäden miteinander verbunden wären (HEITZMANNS *netzartige* Plasmastruktur); das aus dem Netzwerk

und dem optischen Querschnitt der Schichten kombinierte Bild aber hat den Anschein als ob die einzelnen Schichten, gleich den Bienenwaben, aus winzigen Fächern zusammen gesetzt wären (BÜTSCHLIS *wabige* Plasmastruktur, Fig. 6).

Die Kernmembran wiederholt die Struktur des Kernplasmas. Bei starker Vergrößerung, scharfer Einstellung und entsprechender Beleuchtung lassen sich auch an ihr die charakteristisch verlaufenden Netzfäden, sowie auch die Zäpfchen wahrnehmen; die letzteren sind bald zu außerordentlich dünnen Scheiben verflacht, bald etwas gestreckt, und entsprechen in diesem Falle jenen feinen *„Porenkanälen"*, welche von verschiedenen Kernmembranen bekannt sind. Diese Struktur der Kernmembrans läßt sich meiner Auffassung nach so erklären, daß die Membran aus eben solchen Schichten zusammengesetzt ist wie das Kernplasma, nur daß die Schichten, welche sie bilden, fest aneinander gepreßt sind.

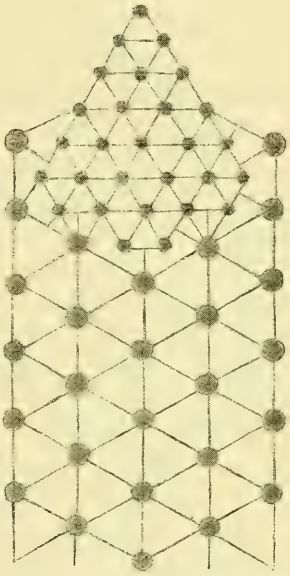


Fig. 6. Schema der Struktur von zwei Protoplasmaschichten.

Eine mit der Kernmembran übereinstimmende Struktur hat auch die Pellicula des Körpers, sowie die Panzerhülle, nur daß letztere aus so fest zusammengepreßten Schichten besteht, daß seine Struktur nur sehr schwer wahrzunehmen ist, oder gerade nur blasse Spuren der Struktur hier und da bemerkbar sind.

Der in Felderchen geteilten Struktur habe ich bereits in einer früheren Arbeit Erwähnung getan (*6*, 8); ich muß jedoch bemerken, daß ich vor 10 Jahren das die Pellicula in Felderchen teilende Liniensystem nur teilweise gekannt und von den sich in drei Richtungen regelmäßig durchschneidenden Linien nur jene wahrnahm, welche sich in schräger Richtung durchschneiden und rhombische Felderchen umfassen.

Die eben beschriebene Struktur des Kerns ist nicht an jedem

Exemplare von *A. tripharetrata* vorhanden; die Struktur des Kerns vieler Exemplare erleidet eine Veränderung dadurch, daß sich in der Substanz des Kernes kleinere oder größere, scharf umgrenzte rundliche Körperchen differenzieren, welche bald das ganze Kernplasma vollpfropfen, bald aber in kleineren oder größeren Zwischenräumen regellos zerstreut sind. In ersterem Falle stimmt das Kernplasma mit dem grob granulierten Körperplasma überein. Ich irre wohl nicht, wenn ich annehme, daß die in Rede stehenden scharf umgrenzten Körperchen sich aus den Zäpfchen und zwar in der Weise bilden, daß das distale Ende der Zäpfchen, offenbar zufolge lebhafter Ernährung sich vergrößert und sich dann zu einer Scholle verdichtet.*

Bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse ist es noch immer unentschieden, ob die Suctorien einen dem der Ciliaten homogenen *Mikronucleus* besitzen. MAUPAS war der erste, der an mehreren Suctorien einen oder mehrere (*Ephelota gemmipara*) Mikronucleus nachgewiesen hat. Auch von MÖBIUS und KEPPEN wurde der Mikronucleus in einigen Suctorien nachgewiesen und BÜTSCHLI (*2*, 1873) und BLOCHMANN (*1*, 125) sind geneigt anzunehmen, daß alle Suctorien, ebenso wie sämtliche Ciliaten, einen Mikronucleus besitzen. Im Gegensatze zu diesen Angaben wurde von PLATE weder bei *Dentrocometes* noch bei *Stylocometes* ein Mikronucleus beobachtet. Hingegen fand R. SAND in mehreren Suctorien einen oder zwei (nie mehr als zwei) *„Pseudomikronucleen"*, hält dieselben jedoch nicht für homologe Gebilde mit dem Mikronucleus der Ciliaten, sondern für *Centrosomen*, die bei der Teilung des Makronucleus ganz dieselbe Rolle spielen wie die echten Centrosomen bei der Teilung des Zellkerns (*19*, 85).

* Es ist wohl selbstverständlich, daß die eben geschilderte feinere Struktur des Kerns, der Kernmembran, der Pellicula und des Gehäuses durchaus keine charakteristische Spezialität der patagonischen Acinete bildet. Das Wesentliche dieser Struktur läßt sich an allen andern Protozoen beobachten. An jeder *ohne Entstellung* konservierten Protozoe ist diese Struktur deutlich sichtbar, das *geübte Auge* aber vermag dieselbe auch an lebenden Exemplaren bestimmt wahrzunehmen. Ferner will ich bemerken, daß diese Struktur sich durchaus nicht auf das Plasma, die Membran usw. des Kerns beschränkt und daß zwischen der Struktur des Kern- und Körperplasmas kein wesentlicher Unterschied besteht.

Nachdem so widersprechende Angaben vorlagen, interessierte mich der Mikronucleus ganz besonders und meine diesbezüglichen Untersuchungen führten zu folgendem Resultat. An der Oberfläche eines jeden Makronucleus sind 1—4 kleine Körperchen (Taf. I, Fig. 1—6) wahrnehmbar, die bald frei, bald in einer kleinen oberflächlichen Vertiefung des Makronucleus liegen. Ihre Form ist meist rundlich, seltener etwas gestreckt, ei- oder spindelförmig; ihre Substanz dicht, anscheinend homogen; in ungefärbtem Zustande sind sie dunkler grau als die Schollen des Protoplasma; ihre Oberfläche ist zuweilen mit einer dünnen homogenen Rindenschicht überzogen und derartige Körperchen sind winzigen, bläschenförmigen Kernen sehr ähnlich.

Ich will hier bemerken, daß an einem Dauerpräparate die mit Picorcarmin gefärbten Exemplare von *Tocophrya Lemnarum* Stein aus dem Balatonsee (Fig. 7) hinsichtlich der in Rede stehenden Körperchen mit *A. tripharetrata* sehr übereinstimmen. Die Anzahl dieser an der Oberfläche oder in einer Vertiefung der Oberfläche des Makronucleus der *Tocophryen* liegenden und teils stark gefärbten dichten, teils ungefärbten bläschenförmigen Körperchen schwankt zwischen 1—5. Allein ebensolche stark gefärbte Körperchen finden sich in wechselnder Anzahl auch entfernt vom Kerne zerstreut im Protoplasmakörper der Tocophryen. Diese zerstreuten, stark gefärbten Körperchen, welche sich von den neben dem Makronucleus befindlichen Körperchen außer ihrer Lage in nichts unterscheiden, sind sicherlich identisch mit jenen Körperchen im Protoplasmakörper von *Dendrocometes* und *Stylocometes*, welche Plate als *„Tinctinkörperchen“* bezeichnet hat.

Zurückkehrend zu unserer *A. tripharetrata*, muß ich hervorheben, daß ich in kopulierten Exemplaren meist in größerer Anzahl rundliche oder ei- oder spindelförmige Körperchen beobachtete (Taf. II, Fig. 1), welche lebhaft an Mikronucleusspindeln konjugierter Ciliaten erinnern (Taf. II, Fig. 2). Die in Glycerin ungefärbt konservierten Präparate waren zu eingehendem Studium leider nicht geeignet.

Die Frage, ob die in Rede stehenden Körperchen echte Mikronucleen oder Pseudo-Mikronucleen sind (Sand), sowie ob die im Plasma verstreuten Tinctinkörper und die neben dem

Mikronucleus befindlichen Körperchen homologe Gebilde seien, vermag ich nicht endgültig zu entscheiden.

Allein meiner Auffassung nach spricht nichts dagegen, daß

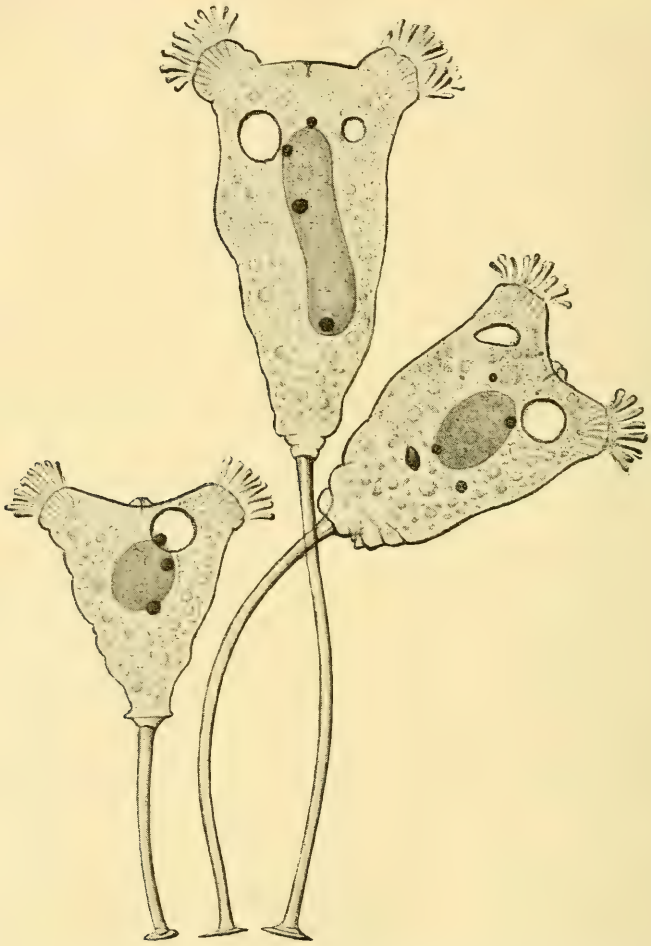


Fig. 7. *Tocophrya Lemnarum* STEIN, aus dem Balatonsee. Vergrößerung = 350 (½).

zumindest die neben dem Kern liegenden Körperchen echte Mikronucleen sind, wofür sie auch von MAUPAS, BÜTSCHLI und KEPPEN gehalten werden. Der Umstand, daß ihre Anzahl veränderlich ist, spricht durchaus nicht dagegen, daß es echte Mikronucleen

seien, denn es sind auch mehrere Ciliaten bekannt, die eine größere Anzahl von Mikronucleen besitzen (vgl. BÜTSCHLI *2*, 1519).

Gleichwie sämtliche Arten des Genus *Acineta* und die überwiegende Mehrzahl der Suctorien, vermehrt sich auch *A. triphare-trata* durch *innere Embryonen* oder sogenannte Schwärmsprößlinge. Die in die stark erweiterte Gebärhöhle hineinsprossenden Embryonen sind im Verhältnis groß, mit elliptischen Konturen und vier quer laufenden Cilienringen (Taf. I, Fig. 3).

Das Interessanteste, was ich an *A. tripharetrata* beobachtete, ist die *Kopulation*, welche ich zwar nur in den Anfangs- und Endstadien kenne, diese aber lassen keinen Zweifel darüber zu, daß der Körper der kopulierenden Paare vollständig verschmilzt und sich hierauf, unzweifelhaft zu längerer Ruhe, encystiert. Diese mit vollständiger Verschmelzung endende Kopulation ist besonders darum interessant, weil dies, *„obgleich mehrfach behauptet, noch nirgends sicher erwiesen wurde“* (vgl. BÜTSCHLI *2*, 1914), und weil bisher bloß die mit der abermaligen Trennung der kopulierten Paare endigende Konjugation sicher bekannt war. Die Kopulation beginnt damit, daß sich zwei Acineten mit ihren Seitenwülsten eng vereinigen, sich gleichsam aneinandersaugen (Taf. II, Fig. 1 u. 2). In den Zygoten ließen sich in diesem Stadium der Kopulation außer dem anscheinend ganz unveränderten Makronucleus mehrere spindelförmige, hier und da undeutlich längsgestreifte Körper wahrnehmen (Taf. II, Fig. 2), welche den Mikronucleusspindeln konjugierter Ciliaten sehr ähnlich sehen. Ähnliche gestreifte, spindelförmige Gebilde hat AIMÉ SCHNEIDER in kopulierten *Dendrocometen* beobachtet; BÜTSCHLI begleitet die von SCHNEIDER gegebene Beschreibung der Konjugation und die Abbildungen dazu mit folgender Bemerkung: „Nach SCHNEIDERS Darstellung wachsen bei Dendrocometes 2 bis 3 der Bruchstücke des alten Makronucleus allmählich stärker aus wie die übrigen, welche allmählich resorbiert werden sollen. Durch Verschmelzung dieser vergrößerten entsteht der neue Makronucleus. Daß eine solche Verschmelzung wirklich eintritt, erweist jedoch weder die ganz kurze Erwähnung des Vorganges im Text, noch tuen es die Abbildungen. Dagegen zeichnet SCHNEIDER in einem der Konjugierten drei sehr deutlich spindelförmige, längsgestreifte

Körper, welche auffallend an Mikronucleusspindeln errinnern“ (*2*, 1919).

Wenn ich dies mit meinen an *A. tripharetrata* gemachten Beobachtungen vergleiche, so muß ich es für sehr wahrscheinlich halten, daß — wie es BALBIANI, BÜTSCHLI und MAUPAS vermuten — die Mikronucleen bei der Konjugation der Suctorien, in meinem Falle also bei der Kopulation von *A. tripharetrata*, dieselbe Rolle spielen, wie bei der Konjugation der Ciliaten. Welche Veränderungen nach der oben beschriebenen Anfangsphase der Kopulation einander folgen, das vermochte ich an dem Material, an welchem ich meine Untersuchungen anstellte, nicht Schritt für Schritt zu verfolgen, da die untersuchten Präparate außer dem Anfang bloß über die Endphase Aufklärung boten. In dieser Phase ist das Gehäuse beider Acineten fest aufeinander gefügt, die Scheidewand ist verschwunden und im Innern der vereinigten zwei Gehäuse liegt eine gelblichbraune, zitronenförmige Cyste. Die dicke Schale der Cyste hat eine höckerige Oberfläche, in äquatorialer Richtung aber wird sie durch einen vorspringenden höckerigen Kamm in zwei gleiche Teile geteilt (Taf. II, Fig. 3 und 4). Es ist sehr wahrscheinlich, daß der Kamm dieser *Zygocyste* sich an der Naht der Verschmelzungsfläche der Zygoten entwickelt. Der innerhalb der Cyste befindliche Plasmakörper enthält einen einzigen großen Makronucleus und neben demselben einen einzigen Mikronucleus. Neben der Cyste habe ich beständig noch zwei verschrumpfte Plasmamassen wahrnehmen können. Welchen Ursprungs diese zwei Gebilde sind und welche Bedeutung sie haben, darauf vermag ich auf Grund meiner Untersuchungen keinerlei positive Antwort zu erteilen: man könnte wohl an Richtungs- oder an Restkörper, welche vor der Verschmelzung der Zygoten abgeschnürt wurden, denken.

Außer den Zygocysten fanden sich auch, und zwar an einzelnen Daphniden in beträchtlicher Anzahl, große, braune Cysten mit glatter Oberfläche. Diese Cysten (Taf. I, Fig. 4), welche sicherlich nur von je einem Individuum herrühren, sind ei- oder gedrungen nierenförmig, gestielt, der basale Rand häufig mit einem krempenartigen Vorsprung versehen, welcher der Unter-

lage fest aufsitzt. Manche Cysten sind oberflächlich mit einer oder zwei gallertartigen Schichten umhüllt, die entweder wasserklar oder von regelmäßig angeordneten, senkrechten Plasmaspeichen durchzogen sind; an älteren Cysten fehlen diese Gallertschichten gänzlich. Über den Ursprung dieser Gallerthüllen bieten solche Acineten Aufschluß, welche ihre Suctellen zurückgezogen haben, mit Assimilationsschollen vollgepfropft und augenscheinlich im Begriffe sind, sich zu encystieren (Taf. I, Fig. 5). Bei diesen ist der Körper statt des Gehäuses mit 2—3 gallertartigen Schichten bedeckt, die von den bereits erwähnten Speichen durchzogen sind. Meiner Auffassung nach können diese Schichten nichts anderes sein, als die gallertartig gequollenen Schichten des Gehäuses, welche, nachdem sich unter ihnen die harte Schale der Cyste entwickelt hat, zerfließen. Gallerthüllen (enveloppe gélatineuse) wurden übrigens auch an mehreren anderen Suctorien beobachtet (Cienkowsky, Claparède und Lachmann, Lieberkühn, Maupas, Möbius, Lewick). Die Behauptung von Claparède und Lachmann, daß die an *Acineta patula* öfters bemerkbare Gallerthülle die Encystierung substituiere (*3.* II. 137) ist — wie auch Bütschli bemerkt (*2.* 1881) — offenbar dahin zu deuten, daß den genannten Forschern die Anfangsphasen der Encystierung zu Gesicht kamen.

Tocophrya Cyclopum (Clap. et Lachm.) (Taf. II, Fig. 5 und 6).

Seitdem Stein die an *Cyclops quadricornis* lebende Suctorie, von welcher er anfänglich meinte, sie gehöre in den Entwicklungskreis von *Zoothamnium parasita* Stein, zuerst beschrieb (*22.* 50. 84, 146), haben sich mehrere Forscher (Claparède und Lachmann, Schewiakoff, R. Sand usw.) mehr oder weniger mit dieser kleinen Suctorie befaßt, und auch ich gedachte ihrer als häufigen Kommensalisten unseres Cyclopiden (*7.* 15). Aus diesen Untersuchungen ist es bekannt, daß diese überall häufige Suctorie, die nach der von Bütschli gegebenen Charakteristik der Genera in das Genus *Tocophrya* gestellt werden muß, ziemlich variabel ist. Zunächst ist es ihre Größe, die zwischen recht weiten Schranken schwankt. Nach Claparède und Lachmann beträgt die Größe der erwachsenen Exemplare 50 μ (*3.* II. 112.), nach Blochmann 15—20 μ (*1.* 129), nach R. Sand die Länge des

Körpers 12—84 μ, die des Stiels 12—60 μ (*19.* 266). Das Tier variiert ferner auch in der allgemeinen Körperform; es ist bald kugelig oder eiförmig, bald zylindrisch, keulen- oder birnförmig, häufig in den Konturen dreieckig, in der Seitenachse etwas abgeflacht. Die Suctellen sind bald regellos auf der apikalen Körperhälfte zerstreut, bald strahlen sie bündelweise von zwei, drei oder vier Seitenwülsten aus; aber auch zwischen diesen Suctellenbündeln können Suctellen zugegen sein („Faissaux quelquefois reliés entre eux par des tentacules intermédiaires" [*19.* 265]). Der Makronucleus, neben welchem ein Mikronucleus (nach MAUPAS, SCHEWIAKOFF, Centrosoma nach SAND) liegt, ist kugel- oder eiförmig, nieren- oder gestreckt bandförmig. Schließlich schwankt die Zahl der Pulsellen zwischen 1 bis 3.

In dem patagonischen Material fand ich an der Furca eines Exemplares von *Cyclops spinifer* DAD., der sehr nahe steht zu *C. Leuckarti* CL. und *C. annulata* WIERZ., zwei Exemplare von *T. Cyclopum*, welche ich wegen der ungewöhnlichen Anordnung ihrer Suctellen kurz beschreibe.

An dem vollständig entwickelten Exemplar (Taf. II, Fig. 6) beträgt die Länge des Körpers in der Richtung der Hauptachse 44, die des Stiels 28 μ. Die Körperform ist keulig-dreieckig, höckerig, seitlich etwas abgeflacht, mit zwei großen Seitenwülsten. Der Makronucleus ist rundlich, neben ihm liegt ein verhältnismäßig großer Mikronucleus. Es ist nur eine Pulselle vorhanden, wenigstens ist an dem Exemplar meines Präparates bloß eine in Diastole. Von einer Beschreibung der Struktur des Körperplasmas und des Kerns kann ich absehen, da hinsichlich derselben zwischen *A. tripharetrata* und *T. Cyclopum* keinerlei wesentlicher Unterschied besteht. Der Stiel ist kompakt, längsgestreift. Am interessantesten an den patagonischen Exemplaren ist die ungewöhnliche Anordnung der Suctellen. Ein Teil der Suctellen entspringt nämlich, gleichwie an typischen Exemplaren von *T. Cyclopum*, von den beiden Seitenwülsten; allein zu diesen Suctellenbündeln kommen noch in der hinteren Körperhälfte, nahe dem Stielende, Suctellen hinzu, die in einem ziemlich regelmäßigen Kranz angeordnet sind. Diese accessorischen Suctellen

sind auch an dem in der Entwicklung befindlichen kleinen Exemplar vorhanden (Taf. II, Fig. 5), nur daß sie dementsprechend, da die basale Hälfte des Körpers noch nicht entwickelt ist, sehr nahe zu den in Bündel geordneten Suctellen zu stehen kommen. Bereits oben erwähnte ich, daß nach R. SAND bei *T. Cyclopum* die bündelweise ausstrahlenden Suctellen zuweilen durch zwischenstehende Suctellen verbunden sind; auf diese Tatsache gestützt, glaube ich die zwei patagonischen Exemplare von *T. Cyclopum* mit Recht zu dieser Form ziehen zu können, von welcher sie nur darin abweichen, daß die zwischenstehende Suctellenreihe, zufolge ungleichen Wachstums des Körpers nach hinten geschoben wurde. Ich kann diesen eventuell nur individuellen Charakter nicht für hinreichend halten, um die patagonischen Tocophryen von *T. Cyclopum* zu trennen, die ja ohnehin überaus geneigt ist, in den verschiedensten Richtungen zu variieren.

Ich kann nicht umhin, an dieser Stelle die Frage zu berühren, ob *T. Lemnarum* (STEIN) in den Formenkreis von *T. Cyclopum* gehöre?

T. Lemnarum wurde von STEIN zuerst als Acinetenzustand von *Opercularia nutans* (*21.* 128), dann von *Vorticella nebulifera* erwähnt (*22.* 59), später aber, nachdem STEIN seine *Acinetentheorie* aufgab, führt er sie unter dem Namen *Acineta Lemnarum* an (*23.* 139). CLAPARÈDE und LACHMANN erwähnen bei der Schilderung von *T. Cyclopum*, daß sie an den Wurzeln der Wasserlinse in großer Menge eine Suctorie fanden, die sie anfänglich für die auf Wasserlinsen lebende Acinete STEINS hielten, auf Grund genauerer Untersuchung aber sich von der Identität derselben mit *T. Cyclopum* überzeugten (*3.* II. 110). Die Richtigkeit letzterer Auffassung wird durch die Beschreibung und die Abbildungen von CLAPARÈDE und LACHMANN bestätigt: die von genannten Forschern an den Wurzeln der Wasserlinsen gefundenen Suctorien scheinen in der Tat völlig übereinzustimmen mit *T. Cyclopum*, nicht aber mit jener Acinete von großer Form mit langem Stiel, welche STEIN als *Acineta Lemnarum* bezeichnet hatte. Von neueren Forschern hält R. SAND *T. Lemnarum* für identisch mit *T. Cyclopum* und erwähnt sie nur unter den Syno-

nymen von *T. Cyclopum* (*19.* 264). Dies macht es begreiflich, daß nach SAND die Größe von *T. Cyclopum*, laut den oben mitgeteilten Größenmaßen, zwischen so weiten Grenzen schwankt und daß nach seiner Angabe der Stiel von *T. Cyclopum* die Körperlänge sogar zweimal übertreffen kann. Wenn ich eine kurze Bemerkung von BÜTSCHLI (*2.* 1902) richtig auffasse, so hält auch er die beiden Tocophryen für ein und dieselbe Art. Dagegen hat SAVILLE-KENT die beiden Suctorien nicht nur voneinander getrennt, sondern *Tocophrya Lemnarum* sogar zweimal beschrieben, und zwar zuerst im Genus Acineta als *A. Lemnarum* STEIN (*12.* 830), zum zweitenmal aber im Genus *Podophrya* als *P. mollis* S.-KENT (*12.* 821).

Ich kenne die echte STEINsche *T. Lemnarum* aus dem Balatonsee, wo sie an verschiedenen Wasserpflanzen häufig ist und mit Pflanzenfragmenten nicht selten in das Planktonnetz gelangt (Fig. 7). Laut meinen Untersuchungen ist *T. Lemnarum* von jenen gut entwickelten größeren Exemplaren von *T. Cyclopum*, deren Suctellen von den an beiden Seiten stehenden Wülsten ausgehen, außer ihrer beträchtlichen Größe nur dadurch verschieden, daß manche Charaktere schärfer ausgeprägt sind. Gegenüber der riesigen *T. Lemnarum* mit wenig biegsamer, fast starrer Schalenhülle macht die zwerghafte *T. Cyclopum* mit ihrer biegsamen Hülle im ganzen den Eindruck, als ob sie eine Jugendform der vorigen wäre. Der in der Regel seitlich auffällig abgeflachte Körper von *T. Lemnarum* erreicht in der Richtung der Hauptachse eine Länge von 80—110 μ; der Stiel ist selten kürzer als der Körper, oft zum mindesten so lang, wie die Hauptachse des Körpers, meist aber länger, zuweilen anderthalbmal, sogar doppelt so lang.* Der Makronucleus ist rundlich, ei- oder nierenförmig, oder gestreckt wurstförmig, während der von *T.*

* In dem mir vorliegenden Präparat stehen auf einer Pflanzenfaser aus dem Balaton acht Exemplare von *T. Lemnarum* nebeneinander. Die Maße derselben sind folgende: *A.* 110—110 μ, *B.* 88—96 μ, *C.* 88—66 μ, *D.* 77—77 μ, *E.* 70—88 μ, *F.* 66—74 μ, *G* 52—33 μ, *H.* 44—44 μ. Zu bemerken ist, daß die erste Zahl die Länge des Körpers, die zweite aber die des Stiels betrifft, ferner, daß *G.* und *H.* offenbar ganz junge Exemplare sind.

Cyclopum stets gedrungen, kugel- oder eiförmig ist. In der Regel ist mehr als ein Mikronucleus vorhanden. Die Schalenhülle ist dick, derb, wenig biegsam, oft in Ringen oder ganz unregelmäßig gefaltet, zuweilen an der basalen Körperhälfte in kleinerer oder größerer Ausdehnung von der Körperoberfläche abgehoben. Die letzteren sind es, welche Saville-Kent für *Acineta Lemnarum* hält, erstere aber diejenige, welche er als *Podophrya mollis* bezeichnet, über welche Art er sich folgendermaßen äußert: „Excepting for the entire absence of the separate investing pellicle or lorica type corresponde closely in contour and habits with Steins *Acineta Lemnarum*“ (*12.* 821). Die Embryonen von *T. Cyclopum* und *T. Lemnarum* stimmen, von Größendifferenzen abgesehen, völlig überein.

Aus dem Angeführten ergibt sich einerseits, daß die an Wasserpflanzen angesiedelten *T. Lemnarum* von der an Cyclopiden schmarotzenden *T. Cyclopum* hinsichtlich der Größenverhältnisse auf den ersten Blick sehr gut und bestimmt zu unterscheiden ist, andererseits aber ist daraus auch ersichtlich, daß zwischen den zwei Tocophryen mit verschiedener Lebensweise, außer den Größen- und graduellen Differenzen, keine anderweitigen, wesentlichen Verschiedenheiten nachweisbar sind. Es ist möglich, daß diese Differenzen durch die verschiedene Lebensweise der beiden Tocophryen verursacht werden; denn zweifellos sind die Existenzbedingungen andere: anders die Nahrung und anders die das Wachstum beeinflussenden Faktoren auf der ruhig im Wasser schwebenden Pflanze, an welcher mit der *Tocophrya* eine ganze Schar anderer winziger Organismen leben, welche der *Tocophrya* reichliche Nahrung bieten, und ganz andersartig auf der unermüdlich umher hüpfenden Cyclopide, auf welcher die Tocophrya allenfalls auf die schmale Kost angewiesen ist, die sie aus den Exkrementen des Wirts verwerten kann. Mit Rücksicht darauf, daß auch andere sessile Protozoen (z. B. Vorticellinen) hinsichtlich ihrer Größe, je nachdem sie auf verschiedenartigen Unterlagen ansässig sind, variieren, erscheint es noch wahrscheinlicher, daß die beiden Tocophryen nur verschiedene Formen ein und derselben Art sind und daß *T. Cyclopum* nichts anderes ist, als eine im Jugendstadium verbliebene Zwergform von *T. Lem-*

narum, das ist, daß man es hier mit derselben Erscheinung zu tun hat, welche unter der Bezeichnung *Neotenie* bekannt ist (z. B. *Siredon-Amblystoma*). Allein man vergesse nicht, daß alles das möglich, in gewissem Grade sogar wahrscheinlich, aber durchaus nicht bewiesen ist, und demzufolge liegt meines Dafürhaltens vorläufig kein zwingender Grund vor, die beiden *Tocophrya*-Arten zusammenzuziehen.

Benützte Literatur.

1. Blochmann, Fr., Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers. Hamburg 1895.

2. Bütschli, O., Protozoa. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. I. Bd. Leipzig 1887—89.

3. Claparède E. et Lachmann, J., Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. I. II. Genève 1857—60.

4. Daday, E., Mikroskopische Süßwassertiere aus Patagonien. Természetrajzi Füzetek. [Naturhistorische Hefte.] XXV. Budapest 1902.

5. Entz, Géza, A szamosfalvi sóstó nehány ázalagárol. [Über einige Infusorien des Salzsees von Szamosfalva. Természetrajzi Füzetek. [Naturhistorische Hefte.] II. Budapest 1878.

6. Entz, Géza, A Vorticellinák rugalmas és összehúzódó elemeiról. [Über die elastischen und zusammenziehbaren Elemente der Vorticellinen.] Értekezések a természettudományok köreböl. M. T. Akadémia. [Abhandlungen aus dem Bereiche der Naturwissenschaften. Ungarische Akademie.] Budapest 1892.

7. Entz, Géza, Fauna Regni Hungariae. VI. Protozoa. Budapest 1896.

8. Entz, Géza, Az ázalékállatkák variálásáról. Pótfüzetek 64. Állattani Közlemények. Budapest 1901. Deutsch: Einiges über das Variieren der Infusorien. Mathem. und Naturwiss. Berichte aus Ungarn. XIX. Bd. Leipzig 1903.

9. Fromentel, E., Études sur les Microzoaires. Planches et notes descriptives par Mme J. Jobard-Muteau. Paris 1874.

10. Haeckel, E., Stystematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen. Berlin 1894.

11. Imhof, O. F., Resultate meiner Studien über die pelagische Fauna kleinerer und größerer Süßwasserbecken der Schweiz. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. XL. 1884.

12. Kent Saville, W., A Manual of the Infusoria. I—II. London 1880—1882.

13. Keppen, N., Beobachtungen über die Infusoria tentaculifera. Mém. de la soc. des naturalistes de la nouvelle Russie. XIII. Odessa 1888. — In russischer Sprache, nach Bütschli zitiert.

14. Lemmermann, E., Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. 18. Jahrgang. Heft 10. Berlin 1901.

15. Maupas, E., Contribution à l'étude des Acinétiens. Arch. de Zool. expér. et générale. 1881.

16. Möbius, K., Bruchstücke einer Infusorienfauna der Kieler Bucht. Arch. f. Naturgesch. 1888.

17. Plate, L., Untersuchungen einiger an den Kiemenblättern des *Gammarus pulex* lebenden Ektoparasiten. Zeitschrift für wissenschaft. Zool. XLIII. 1886.

18. Plate, L., Studien über Protozoen. Zool. Jahrbücher. Abteil. für Anatomie. III. 1888.

19. Sand, René, Étude monographique sur le groupe des Infusoires tentaculifères. Bruxelles 1901.

20. Schewiakoff, Wl., Über einige ekto- und endoparasitische Protozoen der Cyclopiden. Bull. Soc. des Naturalistes Moscou. 1893.

21. Stein, Fr., Untersuchungen über die Entwicklung der Infusorien. Arch. f. Naturgesch. 1849.

22. Stein, Fr., Die Infusionstiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. Leipzig 1854.

23. Stein, Fr., Der Organismus der Infusionstiere. II. Abt. Leipzig 1867.

24. D'Udekem, M. J., Description des Infusoires de la Belgique. Mém. de l'Acad. Roy. de Belgique. Tom. 34. 1864.

25. Wright, Str., Description of new Protozoa. Edinb. n. philos. Journ. X. 1859. — Nach Bütschli zitiert.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Acineta tripharetrata n. sp.

Fig. 1. Habitusbild. — Vergrößerung: Reichertsches Mikroskop oc. 5. Obj. 8.

Fig. 2. Individuum mit Zoochlorellen. — Vergr. R. oc. 5. Obj. 8.

Fig. 3. Individuum mit einem Embryo. — Vergr. R. oc. 7. Obj. 4 mm.

Fig. 4. Einzeln encystiertes Individuum. — Vergr. R. oc. 5. Obj. 8.

Fig. 5. Individuum mit Gallerthülle; Beginn der Encystierung. — Vergr. R. oc. 12. Obj. 4 mm.

Fig. 6. Junges Individuum. — Vergr. oc. 5. Obj. 4 mm.

Fig. 7. Distalenden von Suctellen: *a*) kugelig aufgedunsen; *b*) *d*) zu einer Scheibe verbreitert; *c*) halb aufgedunsen.

Fig. 8. Suctellen in verschiedenen Stadien der Streckung und Kontraktion. — Vergr. (Fig. 7 und 8) nach R. oc. 5. Obj. 8, ideal vergrößert.

Fig. 9. Zoochlorellen. — Vergr. R. oc. 12. Obj. 8.

Tafel II.

Fig. 1—4. *Acineta tripharetrata* n. sp.

Fig. 1. Zygoten zu Beginn der Kopulation. — Vergr. R. oc. 5. Obj. 6.

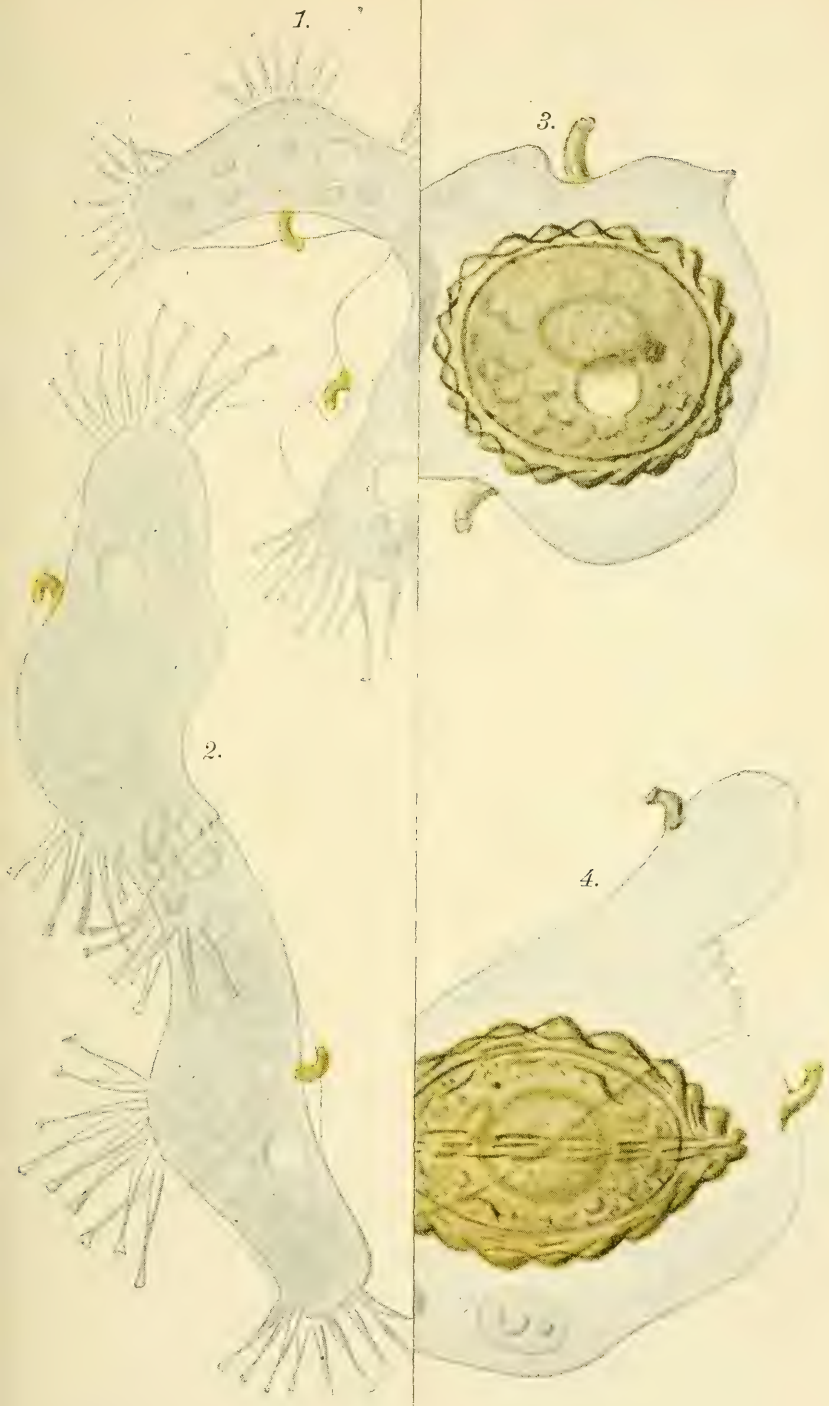
Fig. 1. Zygoten zu Beginn der Kopulation. — Vergr. R. oc. 12. Obj. 4 mm.

Fig. 3—4. Beendigte Kopulation. — Vergr. R. oc. 12. obj. 4 mm.

Fig. 5—6. *Tocophrya Cyclopum* Clap. et Lachm. Beide von der Furca einer *Cyclops spinifer* Dad., 5. junges, 6. ausgewachsenes Individuum. — Vergr. R. oc. 12. Obj. 4 mm.

2.
7.
a.
b.
c.
d.
8.
a
b.
c.
d.
4.

1.
a.
b.
c.
d.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
a
b
d


1.
3.
2.
4.

1.
2.
3.
4.
5.
6.

5.

MORPHOLOGISCHE BEURTEILUNG DES RUSCUS-PHYLLOCLADIUMS AUF ANATOMISCHER GRUNDLAGE.

Von Dr. J. BERNÁTSKY.

Vorgelegt in der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften am 16. Februar 1903.

Aus „Mathematikai és Természettudományi Értesítő" (Math. u. Naturwiss. Anzeiger der Akademie), Bd. XXI, 1903, pp. 177—189.

Die laubblattartigen Assimilationsorgane an *Ruscus aculeatus L.*, *R. hypoglossum L.*, *R. hypophyllum L.*, auch die von *Danaë* und *Semele*, werden allgemein als Caulomgebilde betrachtet und demgemäß als Phyllocladien bezeichnet. TURPIN, DE CANDOLLE, ST.-HILAIRE, MARTIUS, KUNTH, ASKENASY und in neuester Zeit ČELAKOVSKÝ haben diese Anschauung hauptsächlich auf morphologischem Wege vollauf begründet. Merkwürdigerweise stimmt aber die anatomische Deutung des Ruscus-Phyllocladiums nach einigen Autoren mit der morphologischen Beurteilung nicht überein, und ČELAKOVSKÝ meint deswegen, daß die anatomische Struktur gelegentlich der morphologischen Beurteilung des Ruscus-Phyllocladiums außer acht gelassen werden soll, indem das anatomische Kriterium unzuverlässig ist und die Flachzweige die anatomische Struktur von Blättern angenommen haben. (Über die Kladodien der Asparageen, Rozpravy české Akademie II; ausführliches Referat in Engl. Bot. Jahrb. XVIII, 1894, Literaturb. p. 30—34.) Auf ČELAKOVSKÝ sich berufend, erklärt auch GOEBEL, daß die anato-

mische Struktur des Ruscus-Phyllocladiums die Caulomnatur desselben nicht erkennen lasse. Čelakovský scheint selbst keine anatomischen Untersuchungen vorgenommen zu haben, sondern stützt sich auf Van Tieghem und Duval-Jouve.

Schacht hat sich als erster mit der Anatomie des Ruscus-Phyllocladiums befaßt (Beitr. z. Entwicklungsg. flächenart. Stammorgane in Flora XXXVI, 1853, p. 456—472). Er betrachtet das „Phyllodium von Ruscus" als einen flächenartigen, geflügelten Stamm, dessen Vegetationspunkt früh abstirbt (p. 460). Falkenberg hält das Ruscus-Phylocladium ebenfalls für ein Stammgebilde (vgl. Untersuchungen über d. Vegetationsorgane d. Monokotyledonen, 1876). Dagegen meinen erst Duval-Jouve (Étude histotaxique des cladodes du *Ruscus aculeatus L.* in Bull. Soc. bot. France XXIV, 1877, p. 143—148) und dann Van Tieghem (Sur les feuilles assimilatrices et l'inflorescence de Danaë, Ruscus et Semele in Bull. Soc. bot. France XXXI, 1884, p. 81—90), daß das Ruscus-Phyllocladium anatomisch entweder (im sterilen Zustand) ein Blatt, oder (im fertilen Zustand) ein mit Blattspreiten verwachsenes Stengelorgan vorstelle. Soweit ich es aus ihren Arbeiten entnehme, scheinen beide weder von Schachts noch von Falkenbergs diesbezüglichen Angaben Kenntnis gehabt zu haben. Reinke spricht das Ruscus-Phyllocladium wieder als ein Caulomgebilde an (Die Assimilationsorgane der Asparageen in Pringsh. Jahrb. XXXI, 1898, p. 207—272).

Ich habe nun das Ruscus-Phyllocladium neuerdings eingehend untersucht, um zu einem endgültigen Resultat zu gelangen. Es ist anzunehmen, daß der anatomische Bau nicht das Gegenteil dessen beweisen kann, was morphologisch klargelegt ist; ich glaube, daß sich die beiderseitig gewonnenen Ergebnisse decken müssen, und wenn dies nicht der Fall ist, so hat sich in unsere Untersuchung, entweder da oder dort, ein Fehler eingeschlichen.

Da die diesbezüglichen Ergebnisse meiner Untersuchungen auch in Englers Botan. Jahrb. XXXIV, p. 161—177, erscheinen, so sollen dieselben hier nur in ganz kurzer Zusammenfassung mitgeteilt werden.

a) Der Bau der Epidermis spricht weder für noch gegen.

Es sind sowohl an der Unter- als auch an der Oberseite des Phyllocladiums Spaltöffnungen vorhanden, und dies erinnert an das Blatt von *Convallaria majalis*. Im Ruscus-Phyllocladium sind aber auch an den Kanten Spaltöffnungen vorhanden, was für Blätter eine unbekannte Erscheinung ist.

b) Das Mesophyll, besser gesagt das dem Mesophyll der Laubblätter physiologisch entsprechende Gewebe stimmt in hohem Maße mit dem der Laubblätter der verwandten Asparagoideen, besonders mit dem der *Convallarieae* überein, indem oben und unten mehrere Reihen Chlorenchymzellen, in der Mitte aber ein ein- bis zweischichtiges Wassergewebe sich befindet. Dieser Umstand

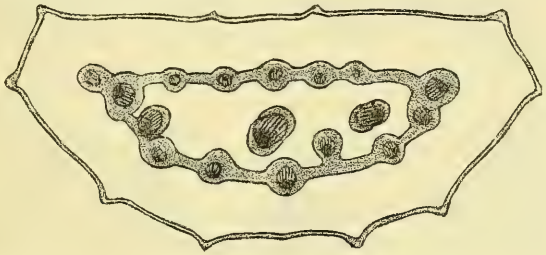


Fig. 1. Querschnitt durch das Phyllocladium von *Ruscus hypoglossum*, aus dem untersten Teil. 30 : 1.

ließe daher sofort auf ein Blatt und nicht auf ein Stengelorgan schließen.

c) Die Gefäßbündel zeigen sich bei genauer Betrachtung in mehrere Gruppen vereint, deren jede ein Zentralzylinderchen vorstellt; dazwischen kommen auch einzelne Gefäßbündel zu stehen. Nahe zum Grund (Fig. 1), sowie zur Spitze des Phyllocladiums sind sämtliche Gefäßbündel in einen einzigen Zentralzylinder vereint, der sich, der morphologischen, blattartigen Gestalt des Organs entsprechend, gegen die Mitte zu beiderseitig in allmählich mehrere und kleinere Teile (Fig. 2), in Zentralzylinderchen und einzelne Gefäßbündel auflöst; es geht somit eine Spaltung des Zentralzylinders im Innern des Organs von statten. Die Mestombündel sind nicht dorsiventral angeordnet, sondern zeigen womöglich eine radiale Anordnung des Hadroms und Leptoms, indem letzteres gegen die zunächst gelegene Partie der Epidermis, ersteres gegen den Mittelpunkt des Phyllocladiumquerschnittes gerichtet erscheint.

Wenn ein Gefäßbündel nahe zum Phyllocladiumrand zu liegen kommt, so ist dementsprechend dessen Leptom genau gegen den Phyllocladiumrand zu gerichtet. Befinden sich in einem Zentralzylinderchen bloß zwei Mestombündel, so kommen deren Hadromteile einander gegenüber zu stehen, doch fallen die Medianebenen der zwei Mestombündel nicht zusammen, sondern bilden einen kleineren Winkel als 180° (Fig. 3).

Indem es sich herausstellte, daß in das Ruscus-Phyllocladium ein Zentralzylinder eintritt und derselbe der abgeplatteten, verflachten Form des Organs entsprechend sich bloß in Teile spaltet, ohne daß die Gefäßbündel die für Blätter typische Anordnung einnehmen, muß man anatomisch das Ruscus-Phyllocladium rein als ein Stengelorgan betrachten, wo das Assimilations- und

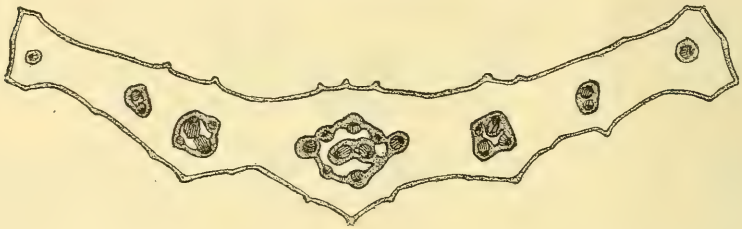


Fig. 2. Querschnitt durch das Phyllocladium von *Ruscus hypoglossum*, weiter oben. 20:1.

Speichergewebe bloß aus physiologischen Ursachen den an Blätter erinnernden Bau annahm.

Meine anatomischen Untersuchungen bezogen sich in erster Linie auf das sterile Phyllocladium, weil eben dieses am leichtesten zur Verwechslung mit einem Blatte verleitet. Nach Erscheinen meiner Originalabhandlung hatte Herr Dr. Á. v. Degen die Güte, mir ein bisher von mir unberücksichtigtes Werk Duval-Jouves zur Verfügung zu stellen, in welchem auch bildlich erläutert wird, daß im fertilen Phyllocladium oberhalb der Ansatzstelle der Infloreszenz keine Zentralzylinder, sondern bloß einzelne, dorsiventral angeordnete Gefäßbündel vorhanden seien (Étude histotaxique de ce qu'on appelle les cladodes des Ruscus in Mém. de l'Acad. de Montpellier, IX, p. 71—85, Pl. IV). Infolgedessen entschloß ich mich zu einer erneuten Untersuchung und konnte konstatieren, daß im fertilen Phyllocladium von *Ruscus hypoglossum*

der „Mittelnerv“ auch oberhalb der Ansatzstelle der Infloreszenz ein Zentralzylinderchen, allerdings ein schwaches mit bloß zwei Gefäßbündeln vorstellt. Es sei bemerkt, daß um eine genauere Orientierung über die Anordnung und den Bau der Gefäßbündel zu erlangen, eine etwas starke Vergrößerung anzuwenden ist. DUVAL-JOUVE arbeitete offenbar mit zu schwacher Vergrößerung.

Mit Hilfe der anatomischen Methode gelingt es selbst in dem Falle ein sicheres Urteil über den morphologischen Wert eines fraglichen Organs zu erlangen, wenn die morphologische Untersuchung erschwert oder vereitelt ist. Namentlich sind es junge ontogenetische Entwicklungsstadien vorstellende Exemplare sowohl bei *Ruscus* als auch bei einigen Verwandten, wie z. B. *Polygonatum*, die oft mißverstanden werden, weil ihr äußerer Eindruck mit ihrem eigentlichen morphologischen Wesen nicht übereinstimmt. Bei *Ruscus hypoglossum* kommen in den ersten Jahren der Entwicklung der Pflanze zuweilen unverzweigte oberirdische Sprosse vor, die direkt in ein Phyllocladium übergehen und somit einem grundständigen, langgestielten Laubblatt täuschend ähnlich sehen. Dieselben sind aber Sproßgebilde und bei genauer morphologischer Untersuchung sicher als solche zu erkennen; fehlt aber das Fußstück, so hat man sich auf den anatomischen Bau zu stützen, der bei genügend eingehender Untersuchung die wahre Natur des Organs klar darlegt. Bei *Polygonatum* hat man es in den ersten Jahren der ontogenetischen Entwicklung erst mit einem langgestielten Laubblatt, später mit einem beblätterten oberirdischen Stengel zu tun, der in manchen Fällen bloß ein einziges Blatt trägt. Der schwache Stengel mit einem einzigen Blatt sieht wieder dem langen Stiele des grundständigen Blattes ähnlich. Anatomisch unterscheidet sich das Caulomorgan, der Stengel, auch der schwächste, durch einen Zentralzylinder, der, noch dazu bei *Polygonatum* durch einen Stereomring scharf umgrenzt, sofort

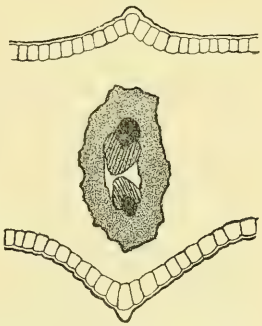


Fig. 3. Partie aus einem Querschnitt durch das Phyllocladium von *Ruscus hypoglossum*. 70 : 1 auf $^2/_3$ reduziert.

in die Augen springt. In einem Blattstiel dagegen kommt niemals ein wirklicher Zentralzylinder zustande.

Alles in allem ist also die anatomische Methode sehr wohl geeignet zur Lösung morphologischer Fragen; die beiden Methoden führen, richtig angewendet, zu gleichem Resultat.

Anmerkung. In sämtlichen Figuren ist bloß die Epidermis, das Stereom (grau), Hadrom (gestreift) und Leptom (schwarz) eingezeichnet.

6.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE HISTOLOGIE UND ENTWICKLUNG DER MÄNNLICHEN HARNRÖHRE.

Von FRANZ HERZOG.

Auszug.*

Vorgelegt in der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften am 22. Juni 1903.

Aus „Mathematikai és Természettudományi Értesítő“ (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Anzeiger der Akademie) Bd. XXI, pp. 424—428.

Bei meinen Untersuchungen über die Entwicklung und Histologie der männlichen Harnröhre benützte ich folgendes Material: 15 Embryonen von einer Rumpflänge von 20 bis 190 mm, die ganze Urethra eines zweijährigen Knaben und einzelne Abschnitte aus den Harnröhren von zwei Erwachsenen.

Aus der Beckengegend der Embryonen und aus der Harnröhre des zweijährigen Knaben fertigte ich lückenlose Schnittserien an; zur Färbung der Schnitte gebrauchte ich MAYERS Hämalaun und Picrofuchsin, eine Modifikation der VAN GIESONschen Färbung; diese Färbung bewährte sich ausgezeichnet bei der Darstellung der glatten Muskulatur der Harnröhre und auch für andere Zwecke. Nach den Serienschnitten rekonstruierte ich teils auf graphischem Wege die Harnröhre und deren Drüsen, teils verfertigte ich jedoch nach BORNS Methode mit dem Plattenmodellierverfahren Wachsmodelle der äußeren Genitalien von

* Aus dem I. anatomischen Institut der Universität Budapest. Das Original ist im *Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte* Bd. LXIII, pp. 710—747, Taf. XXXIV—XXXVI (1904) erschienen.

Embryonen verschiedenen Alters. Die hauptsächlichen Ergebnisse meiner Untersuchungen kann ich in folgendem zusammenfassen:

Die Entwicklung des Genitalhöckers und der inneren Geschlechtsfalten beschreibt NAGEL folgendermaßen: der vordere Teil der inneren Genitalfalten, d. i. der Ränder der nach der Eröffnung der Kloake entstandenen Geschlechtsspalte, wächst frei heraus, wodurch der Geschlechtshöcker entsteht. Auf seiner unteren Fläche setzt sich die Geschlechtsspalte in Form einer Rinne fort, welche Rinne sich bei Embryonen von 20—25 mm Länge in ihrem vorderen Abschnitte zu schließen beginnt. Dies ist der erste Geschlechtsunterschied an den äußeren Genitalien. Dieser Beschreibung widerspricht die Beobachtung REICHELS, daß bei Schweine-, Kalb- und Kaninchenembryonen sich der Genitalhöcker als eine unpaarige Erhebung aus dem vorderen Rand der Kloake entwickelt, in welche sich das ungespaltene Septum urethrale als eine Epithelleiste fortsetzt. Erst nach der Spaltung dieser Leiste erstreckt sich die Geschlechtsspalte auf die untere Fläche des Genitalhöckers.

Meine eigenen Untersuchungen beweisen, daß die Entwicklung des Genitalhöckers auch beim Menschen im Sinne der Beschreibung REICHELS vor sich geht. Bei einem menschlichen Embryo von 20 mm Länge hat sich das Urethralseptum noch nicht gespalten, der Sinus urogenitalis ist noch geschlossen und nur das Rektum mündet schon frei auf der Oberfläche des Körpers. Bei einem Embryo von 28 mm Rumpflänge fand ich das Urethralseptum schon in seinem rückwärtigen Drittel gespalten. In diesen Spalt mündet der Sinus urogenitalis, welcher vom Darm durch den inzwischen entwickelten Damm geschieden wird. Der Genitalhöcker entsteht also nicht durch das Heraus- und Zusammenwachsen des vorderen Teiles der inneren Geschlechtsfalten — an der unteren Fläche des Höckers ist ja bei jüngeren Embryonen keine Rinne vorhanden —, sondern der Genitalhöcker entwickelt sich als eine unpaarige Erhebung aus dem vorderen Rande der Kloake, und das Septum urethrale spaltet sich erst später, wodurch dann auf der unteren Fläche des Höckers eine Rinne entsteht. Daher ist

auch die auf die Erkennung des Geschlechts bezügliche Ansicht NAGELS irrig.

Es wird allgemein anerkannt, daß bei der Entwicklung des peripherischen Teiles der Harnröhre sich das Urethralseptum spaltet und daß die Ränder der also entstandenen Rinne nachher miteinander verwachsen, wodurch sich die Rinne zur Harnröhre schließt. Dies ist das Prinzip der Entwicklung der Urethra. Über den zeitlichen Verlauf dieses Vorganges konnte ich folgendes beobachten. Beim Embryo von 28 mm Rumpflänge fand ich das Urethralseptum nur in seinem hinteren Drittel gespalten, bei einem Embryo von 45 mm Rumpflänge erstreckt sich der Spalt, der sich durch Verwachsen seiner Ränder an der Wurzel des Penis schon zur Röhre geschlossen hat, beinahe bis zur Eichel. Bei größeren Embryonen von 60—70 mm Rumpflänge erreicht der Spalt die Eichel schon vollkommen, doch verwuchsen seine Ränder nur bis zur Mitte der Länge des Gliedes. Vor dieser Stelle ist die Spalte nicht nur noch offen, sondern sie erscheint als eine breite, ungefähr birnförmige Grube. Im weiteren Verlauf der Entwicklung verengt sich diese Grube zu einer schmalen Spalte, wie dies an Embryonen von 70—80 mm Rumpflänge ersichtlich ist. Der Verschluß dieser Spalte erfolgt sehr langsam. In der Eichel spaltet sich das Urethralseptum nur langsam und an einer kurzen Strecke, und im Gegensatz zu den am Schafte beobachteten Verhältnissen folgt der Spaltung sogleich der Verschluß der Spalte. Infolgedessen mündet die Harnröhre auf der Eichel mit einer engen, mit freiem Auge nicht einmal wahrnehmbaren Öffnung. Diese kleine Öffnung konnte der Beobachtung NAGELS entgehen und zu dem Irrtum führen, daß sich in der Eichel das Urethralseptum nicht spalte und daß die Ränder des Bindegewebes ohne vorherige Spaltung verwachsen, wodurch ein mit Epithel gefülltes Rohr entstände, aus dem das Epithel erst nach dem Verschluß der übrigen Teile der Harnröhre durch den Harn weggespült würde.

Bei einem Embryo von 105 mm Rumpflänge mündet die Harnröhre auf der unteren Fläche der Eichel frei aus; daher kann NAGELS Beschreibung nicht richtig sein, und ich muß diejenige REICHELS für zutreffend halten, nach welcher sich die

Harnröhre in der Eichel auf dieselbe Weise entwickelt wie im Schafte. Die Harnröhrenmündung verschiebt sich auf der unteren Fläche der Eichel langsam nach vorn und befindet sich bei dem Embryo von 120 mm Rumpflänge fast an ihrer endgültigen Stelle.

An der Spitze der Eichel befindet sich bei den Embryonen von 20—100 mm Rumpflänge ein durch Epithelwucherung entstandenes Hörnchen, welches schon TOURNEUX beschrieben hat.

Nach TOURNEUX beginnt die Entwicklung des Präputiums mit einer ringförmigen Wucherung des Bindegewebes an dem Rand der Eichel, welche in das Epithel hineinwächst und dieses in zwei Schichten spaltet. Aus meinen eigenen Untersuchungen muß ich auf eine andere Art der Entwicklung schließen. Bei einem Embryo von 45 mm Rumpflänge erscheint das Epithel in der die Grenze der Eichel bezeichnenden Furche verdickt und aus mehreren Schichten bestehend, als an anderen Stellen. Aus dieser Epithelwucherung wächst eine Leiste in das Bindegewebe, welche sich etwas gegen die Wurzel des Gliedes neigt und hufeisenförmig die obere und die seitlichen Flächen des Gliedes umgibt. Daß der Anfang der Entwicklung des Präputiums vom Epithel ausgeht, dafür spricht, daß wir im Epithel die erste Veränderung vorfinden, und außerdem, daß die Bindegewebsfalte anfangs sehr dick ist, so daß man sich nicht vorstellen kann, daß sie in das Epithel der Eicheloberfläche hineingewachsen wäre. Diese Bindegewebsfalte wächst dann im Epithel der Eichel, dieses in zwei Schichten spaltend, einerseits gegen die Spitze der Eichel, vor welche sie schon bei dem Embryo von 105 mm Rumpflänge hervorreicht, anderseits wächst sie gegen die untere Fläche der Eichel, wo ihre Enden miteinander und mit dem Bindegewebe der Eichel verwachsen, wodurch das Frenulum entsteht.

Unter den Drüsen der Harnröhre entwickeln sich zuerst die COWPERschen Drüsen und die Prostata (Embryonen von 60 mm Rumpflänge). Bei einem Embryo von 65 mm Rumpflänge finden wir auch schon in der Pars cavernosa Drüsen, welche sich zuerst an der oberen, dann an der seitlichen und schließlich an der unteren Wand entwickeln, und in derselben Reihenfolge ein

Lumen bekommen und Verzweigung zeigen. Die Drüsen der Pars membranacea entwickeln sich zuletzt.

An einem männlichen Embryo von 28 mm Rumpflänge und an einem weiblichen Embryo von 31 mm Rumpflänge bot sich mir Gelegenheit das erste Auftreten eines Geschlechtsunterschiedes an den äußern Genitalien zu beobachten. Bei diesen Embryonen ist in der Länge und Breite des Genitalhöckers und auch in der Form der Genitalfalten kaum ein Unterschied; einer besteht aber doch, und dieser wird besonders dann auffallend, wenn wir die äußern Geschlechtsteile aus einer bestimmten Richtung betrachten. Halten wir die Embryonen so, daß ihre Längsachse mit unserer Sehachse zusammenfällt, so kann unserer Beobachtung nicht entgehen, daß sich bei dem weiblichen Embryo der Genitalhöcker stark abwärts krümmt, infolgedessen seine Richmit der Längsachse des Körpers fast parallel verläuft, während der Genitalhöcker des männlichen Embryos senkrecht zur Körperlänge steht. Auch bei größeren Embryonen findet sich diese, für das Geschlecht charakteristische Richtung des Genitalhöckers stets vor. Es ist daher unrichtig, daß der Geschlechtsunterschied an den äußeren Genitalien erst am Ende des dritten Monats bemerkbar wird, wie man bis jetzt annahm; der Unterschied besteht schon im Anfang des dritten Monats, und zwar ist diese Abwärtskrümmung des Geschlechtshöckers bei dem weiblichen und deren Ausbleiben bei dem männlichen Geschlecht das erste äußerliche Zeichen, durch welches wir das Geschlecht zu erkennen vermögen.

Die Untersuchung der Histologie der männlichen Harnröhre führte zu folgendem Ergebnis:

Robin und Cadiat beschreiben das Epithel der Harnröhre als ein mehrschichtiges, dessen oberste Lage aus zylindrischen und dessen tiefere Schichten aus polygonalen Zellen bestehen. Andere Forscher nennen es ein einschichtiges Zylinderepithel und halten die tieferen Zelllagen für Ersatzzellen. Nach Oberdick reichen die zylindrischen Zellen der obersten Schicht bis zum Bindegewebe. Diese Beschreibung kann ich bestätigen; außerdem fand ich auch solche Stellen im Epithel der Harnröhre, wo dieses nur aus einer einzigen zylindrischen Zelllage bestand und Ersatz-

zellen fehlten. Pflasterepithel fand ich nur in der Fossa navicularis und auf dem Colliculus seminalis. Mit Ausnahme dieser Stellen kann man also sagen, daß das Harnröhrenepithel ein mit zahlreichen Ersatzzellen versehenes einschichtiges Zylinderepithel ist. Die glatte Muskulatur der Harnröhre beginnt etwas vor der Einmündung der COWPERschen Drüsen und erstreckt sich von dieser Stelle bis zur Harnblase; in anderen Abschnitten der Pars cavernosa beobachtete ich keine Muskulatur. Der größere Teil der Muskulatur verläuft longitudinal. Diese befindet sich im Bulbus in der oberen und seitlichen Wand, im hintern Teil des Bulbus, in der Pars membranacea und prostatica umgibt sie die ganze Harnröhre und zeigt eine Verstärkung, am Blasenhals wird sie jedoch wieder schwächer. Die zirkuläre Muskulatur ist schwächer und umgibt die longitudinale. Im Bulbus finden wir sie oben und seitlich, in seinem rückwärtigen Abschnitte auch unten, in der Pars membranacea und prostatica umgibt sie die ganze Harnröhre und zeigt am Blasenhals eine bedeutende Verstärkung.

Die Drüsen der Harnröhre pflegt man in zwei Gruppen einzuteilen, in intra- und submuköse Drüsen. Erstere findet man hauptsächlich in der Pars cavernosa, sie kommen aber auch in anderen Abschnitten der Harnröhre vor; sie reichen nicht unter die Schleimhaut und bestehen meistens nur aus einer birnförmigen Alveole. Die submukösen Drüsen sind größer und bestehen aus zahlreichen Alveolen. Sie sind von ihrer Einmündung größtenteils gegen die Harnblase gerichtet, aber es kommen auch solche vor, welche die entgegengesetzte Richtung einschlagen. In der Pars cavernosa befinden sich diese Drüsen hauptsächlich vor der Einmündung der Glandulae COWPERI. Ähnliche Drüsen treffen wir auch in dem kranialen Teil der Pars membranacea an, diese zeigen jedoch keine Verzweigung und verlaufen fast senkrecht zur Harnröhre. Einzelne Autoren sondern die neben der Harnröhre verlaufenden Epithelschläuche von den Drüsen ab und nennen sie Lakunen. Wenn man jedoch in Erwägung zieht, daß das Epithel dieser Gänge demjenigen der Ausführungsgänge der submukösen Drüsen in jeder Beziehung gleicht und daß an den Gängen immer zahlreiche Alveolen sitzen, so liegt kein Grund vor, die Gänge von den submukösen Drüsen abzusondern, von

welchen sie sich nur durch ihre Größe unterscheiden. Ich halte es für richtiger, die Bezeichnung „Lakune“ für die in der Urethralschleimhaut vorkommenden, mit Harnröhrenepithel ausgekleideten Vertiefungen zu gebrauchen, wie dies auch allgemein geschieht. Auch paraurethrale Gänge konnte ich mehrfach beobachten; einen Teil dieser halte ich für nichts anderes als für submuköse Drüsen, welche an abnormer Stelle, d. h. neben dem Orificium externum münden.

7.

ÜBER DIE TÄGLICHEN TEMPERATURÄNDERUNGEN DES SANDES BEI DELIBLÁT.

Von JENŐ CHOLNOKY.

Vorgelegt in der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften am 17. November 1902.

Aus „Mathematikai és Természettudományi Értesítő" (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Anzeiger der Akademie), Bd. XXI, p. 36—44.

Im vorigen Sommer hatte ich durch die Güte des Herrn Dr. ANDOR SEMSEY Gelegenheit, den Triebsand der ärarischen Sandwüste bei Deliblát nochmals zu untersuchen.

Meine Beobachtungen bezogen sich auf die Bewegung und Gruppierung der Sandmassen und außerdem auf die Änderungen der Temperatur in den oberflächlichen Schichten des Sandes. Insbesondere habe ich von 6 Uhr abends des 18. August 1902 bis 7 Uhr abends des 19. August, also durch volle 24 Stunden die Temperaturveränderungen mit der größten Sorgfalt beobachtet.

Ich habe dazu sieben aus verschiedenen Fabriken stammende Thermometer benutzt, darunter ein besonders gutes und feines Instrument, welches zur Kontrolle der übrigen diente. Dieses Thermometer kann laut Angabe der sächsischen großherzoglichen Thermometer-Kontrollanstalt zu Ilmenau von -10^0 bis $+10^0$ als fehlerfrei betrachtet werden, während seine Angaben über 20^0 um $0{,}1^0$ zu groß sind.

Ich habe die andern sechs, übrigens ebenfalls genügend guten Thermometer, mit diesem geprüften Thermometer Nr. 100440

zwischen 15° und 30° sorgfältig verglichen, und habe hierauf die Ablesungen auf Grund dieses Vergleiches korrigiert.

Ich habe für die Unterbringung der Thermometer einen ganz kahlen Sandhügel gewählt, dessen Strahlungsumstände durch keinen benachbarten Baum oder etwa höheren Sandhügel beeinflußt waren. Dieser Sandhügel befindet sich ca. $2^1/_2$ km südöstlich von Gerebencz; er ragt etwa 20 m aus dem Flachlande empor und ist 150 m über dem Meeresniveau hoch. Zwischen dem Hügel und dem Karas-Tale befindet sich noch eine ganze Strecke halbfesten und waldbedeckten Hügellandes.

Die Thermometer wurden folgendermaßen untergebracht:

1. Das erste Thermometer wurde in einen viereckigen Holzmantel von $2 \cdot 2$ cm innerem Querschnitt gelegt und 87 cm tief unter die Oberfläche des Sandes versenkt. Die hölzerne Röhre erreichte nicht den Grund des gebohrten Loches, aber die Kugel des Thermometers kam mit dem Sande in unmittelbare Berührung. Der Holzmantel ragte etwa 3 cm aus der Sandoberfläche heraus, damit ein etwaiger Wind das Loch nicht versande.

2. Das zweite Thermometer war ebenfalls in einem Holzmantel und steckte 41 cm tief im Sande.

3. Das dritte wurde 20,5 cm tief in einer Pappendeckelhülse untergebracht.

4. Das vierte Thermometer wurde 4,3 cm tief in den Sand hineingesteckt, sodaß der zur Ablesung dienende Teil der Skala über dem Boden sichtbar war.

5. Der Mittelpunkt der Quecksilberkugel des fünften Thermometers lag 3 cm unter der Sandoberfläche.

6. Das sechste Thermometer lag horizontal auf der Sandoberfläche, mit einer feinen Sandschicht bestreut, sodaß die Quecksilberkugel eben zugedeckt wurde, d. h. so, daß man das Blinken des Quecksilbers selbst bei genauer Betrachtung mittels einer Lupe nicht mehr bemerken konnte. Dies ist der heikelste Teil der Beobachtung der Temperatur.

7. Ich habe endlich ein Thermometer auf einen vorragenden Ast eines von der Beobachtungsstelle etwas weiter abstehenden Baumes vor direkten Sonnenstrahlen geschützt aufgehängt, um mich auch über die Temperatur der Luft zu orientieren.

Die Unterbringung und Ablesung der tiefer liegenden Thermometer verursacht nur kleine, kaum in Betracht kommende Fehler*, besonders wenn man die Ablesungen wegen der Verschiedenheit der Temperatur der Quecksilberkugel und der Umgebung des Quecksilberfadens korrigiert.

Dazu habe ich die bekannte Formel

$$d = \frac{n(T-t)}{6400}$$

benutzt, wo d die Korrektion, n die in Graden ausgedrückte Länge des Quecksilberfadens, T die Temperatur der Quecksilberkugel und t die mittlere Temperatur des Quecksilberfadens bedeutet. Letztere wurde durch Interpolation aus den Angaben des obern Thermometers berechnet. Diese Korrektion war besonders bei jenen Thermometern notwendig, welche in die freie Luft herausragten.

Eine der schwierigsten Aufgaben ist die Messung der Temperatur der Sandoberfläche. Man könnte sagen, daß an der Oberfläche eines jeden Sandkörnchens eine andere Temperatur herrscht. Zweifellos erleiden die unmittelbar auf der Oberfläche liegenden Körnchen die größten Temperaturveränderungen. Ein Körnchen, welches von einem zweiten beschattet oder in seiner Strahlung verhindert wird, zeigt sogleich eine bedeutend geringere Schwankung in seiner Temperatur im Laufe eines Tages. Noch weniger ändert sich die Temperatur jener Körnchen, welche durch darüberliegende Körnchen eben bedeckt werden. Die Temperaturschwankung vermindert sich also außerordentlich rasch in der Vertikalen schon innerhalb einer sehr dünnen Sandschicht, besonders weil der trockene Sand ein sehr schlechter Wärmeleiter ist.

Die Bestimmung der Temperatur der an der Oberfläche liegenden Körnchen ist sehr umständlich, weil die Thermometerkugel durch die Strahlung anders beeinflußt wird als der Sand;

* Die freistehenden Thermometer können am leichtesten mit Hilfe eines kleinen 45° geneigten Spiegels abgelesen werden. Darauf hat mich Herr Alajos Schuller aufmerksam gemacht, als ich mich darüber beklagte, wie schwer ich die im Eise des Balaton aufgestellten Thermometer ablesen könne. Dieses Verfahren beschleunigt beträchtlich die Ablesungen, was für das Resultat von großer Wichtigkeit ist.

das Thermometer wird daher etwa den Mittelwert der durch Strahlung geänderten Quecksilbertemperatur und der Sandoberflächentemperatur angeben. Nur dann wird das Thermometer die wirkliche Temperatur des Sandes anzeigen, wenn es vollständig mit Sand bedeckt ist. Dies ist jedoch auch mit Schwierigkeiten verbunden, besonders wenn der Wind weht. Es ist sehr interessant, in diesem Falle das Ende des Quecksilberfadens mit einer stark vergrößernden Lupe zu beobachten. Man sieht ein stetiges Oszillieren des Fadens, jenachdem der Wind ganz oberflächliche heiße Körnchen auf die Kugel schleudert oder die Kugel zum Teil von ihrer Sanddecke befreit, wodurch die Temperatur des Quecksilbers durch Strahlung rasch fällt. Diesem oberflächlichen Thermometer zuliebe mußte ich einen ruhigen, windstillen und heiteren Tag wählen, und deshalb mußte ich am 19. August die Messung abends abbrechen, weil der Wind zu wehen begann und der Himmel sich mit Wolken bedeckte, wodurch die Umstände gründlich geändert wurden, sodaß die Beobachtung des Oberflächenthermometers bei Nacht fast unmöglich schien.

Die Temperatur der Luft bei Tag ist ebenfalls schwer zu beobachten. Das Thermometer ist nur bei voller Windstille ruhig, während ein schwacher Windhauch seine Angaben in wenigen Sekunden sogar um ganze Grade abändert. Besonders wenn der Wind eine Zeit lang aufhört, kommen heiße Luftstöße, worauf dann das Thermometer nach einigen Augenblicken um 2 bis 3 Grad mehr zeigt.

Außerdem ist der Unterschied zwischen der Temperatur in der Nähe des Sandes und der obern Schicht sehr groß; in der Tat können hier die Gesetze, welchen laut neuester Erfahrungen die vertikale Verteilung der Lufttemperatur gehorcht, über den Sand in einer kaum einige Meter hohen Luftsäule handgreiflich veranschaulicht werden.

Außerordentlich groß ist aber der Unterschied zwischen der Lufttemperatur auf der Spitze der Hügel und in den Vertiefungen zwischen denselben. Selbst bei Tag, in voller Windstille findet man bedeutende bald negative, bald positive Unterschiede; in einer stillen Nacht und bei Morgenanbruch sind jedoch die Unterschiede geradezu staunenswert. Am 19. August 1902 um 5 Uhr morgens,

gerade in dem Augenblick, wo die Sonne aufging, war die Temperatur der Luft an der Spitze des Hügels (1 m über der Sandoberfläche) 16,38°, während 25 m tiefer in der weiten seitlichen Furche unter dem Hügel 0,9 m über dem Boden das Thermometer 12,6° zeigte. Der weite Talgrund war ca. 1,5 m hoch mit dickem Nebel bedeckt.

Ebendeshalb kann die Bestimmung der Lufttemperatur nur im allgemeinen zur Orientierung dienen.

Ich habe die Thermometer stündlich abgelesen und erhielt nach Berücksichtigung sämtlicher Korrektionen nebenstehende Tabelle.

Diese Daten werden viel übersichtlicher, wenn wir dieselben auch graphisch darstellen. Am besten eignet sich zu diesem Zwecke die Darstellung durch sogenannte Isoplethen (Fig. 1). Es werden auf eine horizontale Achse die Zeiten, auf eine vertikale die Tiefen aufgetragen, und es wird der einer gewissen Zeit und Tiefe entsprechende Punkt mit der zugehörigen Temperatur kotiert. Die Punkte gleicher Temperatur werden zu je einer Kurve vereinigt und bilden die sogenannten Isoplethen. In der Fig. 1 sind die ganzzahligen Isoplethen eingezeichnet und zeigen in leicht verständlicher Form die Tagesänderung der Temperatur.

Die Figur ist ganz ähnlich jener, welche Homén für die Temperaturänderung des kahlen finländischen Sandbodens veröffentlicht hat*. Die allgemeine mittlere Temperatur ist daselbst etwas tiefer, das Maß der Änderung ist jedoch beinahe dasselbe (Fig. 2).

In Fig. 1 kann durch die punktierte Linie die Maximaltemperatur für jeden Zeitpunkt gefunden werden. Die trassierte Linie verbindet die Punkte minimaler Temperatur jeder Zeit. So ist z. B. die Temperatur abends 8 Uhr ungefähr 23° auf der Oberfläche, das Maximum (27,7°) liegt etwa 14 cm tief, und von hier an fällt die Temperatur des Bodens allmählich mit zunehmender Tiefe.

Um 8 Uhr morgens ist die Temperatur auf der Oberfläche des Sandes sehr hoch (24,7°), von da an fällt die Temperatur

* Dr. Th. Homén, Der tägliche Wärmeumsatz im Boden und die Wärmestrahlung zwischen Himmel und Erde, Leipzig 1897.

Die täglichen Temperaturänderungen des Sandes zu Deliblát.

Zeit der Beobachtung	Nummer und Tiefe der Thermometer						
	1 87 cm	2 41 cm	3 20,5 cm	4 4,3 cm	5 3,0 cm	6 0,1 cm	7 Luft
Beobachtet am 18. August 1902.							
6 Uhr nachm.	—	24,4	28,35	30,50	30,00	28,26	25,0
7 „ „	17,95	24,4	28,00	28,37	27,65	25,05	23,5
8 „ „	17,75*	24,5	27,40	26,00	25,50	23,25	21,1
9 „ „	17,85	24,6	26,95	24,88	24,10	22,05	20,5
10 „ „	17,75*	24,7	26,25	23,62	22,80	20,90	19,6
11 „ „	17,85	24,7	25,77	22,88	21,90	20,10	18,6
12 „ Mittern.	18,05	**24,75**	25,14	22,00	21,00	19,30	18,3
Beobachtet am 19. August 1902.							
1 Uhr vormitt.	17,95	24,72	24,57	21,25	20,25	18,60	17,3
2 „ „	18,05	24,6	24,20	20,38	19,45	17,85	16,6
3 „ „	18,15	24,5	23,48	20,00	18,80	17,25	16,4
4 „ „	18,15	24,4	23,00	19,12	18,25	15,75*	16,0*
5 „ „	18,15	24,3	22,60	18,75	17,85	16,35	16,4
6 „ „	18,15	24,1	22,30	18,38*	17,65	16,55	16,1
7 „ „	18,15	24,02	21,83	18,38*	16,85*	17,35	18,6
8 „ 10 M. vm.	18,25	23,8	21,52*	20,38	21,40	24,70	21,2
9 „ 15 „ „	18,35	23,72	21,74	24,75	26,65	33,52	23,2
10 „ vormitt.	18,40	23,7	22,10	26,12	29,30	38,30	24,4
11 „ „	**18,75**	23,5	23,33	30,62	32,90	43,40	26,2
12 „ mittags	18,45	23,5*	24,50	32,88	34,85	45,30	27,2
1 „ nachm.	18,45	23,5	25,33	34,62	36,68	**47,60**	28,1
2 „ 5 M. nm.	18,45	23,7	26,58	**35,88**	**37,23**	44,85	**28,9**
3 „ nachm.	18,45	23,75	27,42	34,75	36,14	42,50	28,8
4 „ „	18,45	23,8	28,05	34,62	35,35	38,50	28,6
5 „ „	18,45	24,15	28,58	33,12	33,55	34,10	28,1
6 „ „	18,35	24,3	**28,72**	31,12	31,02	29,30	26,8

sehr rasch bis zur Tiefe von 8 cm, woselbst sie ein Minimum besitzt. Weiter unten wächst die Temperatur bis 40 cm Tiefe, wo wiederum ein Maximum folgt (23,6°), von wo an die Temperatur abermals zu sinken beginnt.

Endlich ist um 2 Uhr nachmittags die Temperatur der Oberfläche beinahe 45°, und von da an fällt sie erst rascher, später langsamer, ohne irgend ein Maximum oder ein Minimum zu zeigen.

Die Bodenoberfläche zeigt die tiefste Temperatur unmittelbar vor Sonnenaufgang und die höchste um 1 Uhr nachmittags. Die größte tägliche Schwankung der Temperatur beträgt an der Oberfläche 32°. In der Tiefe von 80 cm ist die Änderung schon ganz

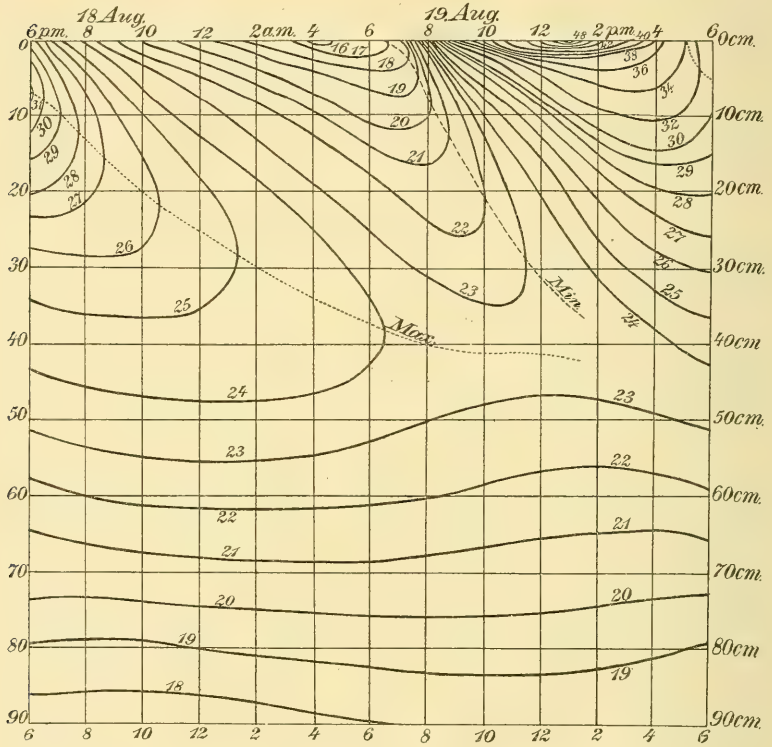


Fig. 1. Die täglichen Temperaturänderungen des Sandes zu Deliblát.

unbedeutend, das Maximum und Minimum zeigen gegenüber der Oberfläche eine beinahe halbtägige Verspätung.

Als Resultat der Messungen ergeben sich folgende Sätze:

1. Die Temperaturänderungen im delibláter Sande weisen dasselbe Maß auf, wie im finländischen, die Berechnungen HOMÉNS sind daher auch für unsern delibláter Sand gültig, laut welchen der nächtliche Frost deshalb seltener auf Sandboden als im Moorboden vorkommt, weil im Sandboden eine dickere

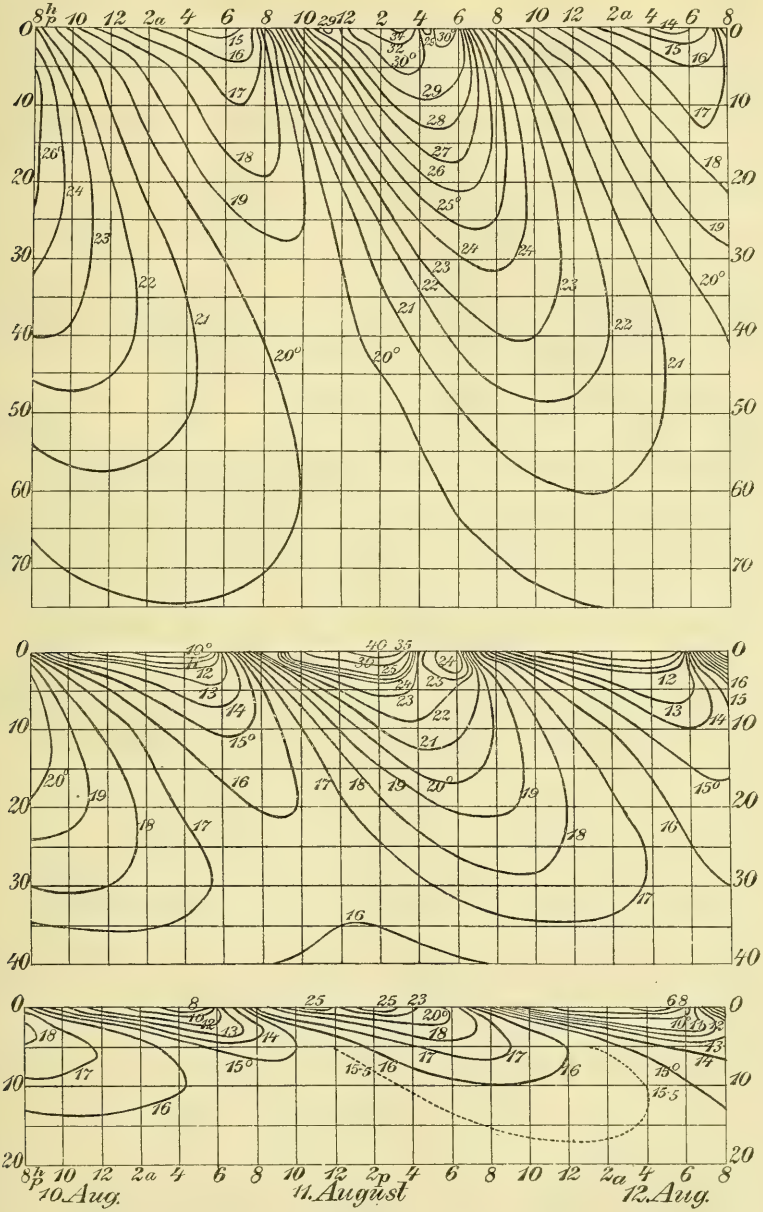


Fig. 2. Die Änderung der Temperatur in verschiedenartigem Boden nach HOMÉN. *a* Granitfelsen, *b* Sandhaide, *c* Moorwiese.

Schicht an der täglichen Temperaturänderung teilnimmt und so im Sandboden bei Nacht ein größerer Wärmevorrat aufgespeichert ist, als im Moorboden. Dieser Wärmevorrat kann wegen der großen Temperaturgradienten rasch den höhern Schichten übergeben werden, falls dieselben wegen einer außergewöhnlichen Witterung eine zu große Abkühlung erleiden.

In den Vertiefungen zwischen den Sandhügeln findet man oft Tonboden, der nächtliche Frost wird daher an diesen tiefern Stellen mehr Schaden verursachen als an der Spitze der Hügel. Außerdem ist auf der Spitze, auch laut vorliegender Untersuchung, die Temperatur höher, als in den Vertiefungen, es hat daher in den Mulden auch aus diesem Grunde das Auftreten eines nächtlichen Frostes mehr Wahrscheinlichkeit für sich. Diese Folgerungen wurden schon längst durch die Erfahrung bestätigt.

2. Die Temperatur fällt in den oberflächlichen Schichten so rasch mit zunehmender Tiefe, daß nur durchaus gründlichen Messungen der Oberflächentemperatur irgend ein Wert zuerkannt werden darf und verschiedene Messungen nur dann miteinander verglichen werden dürfen, wenn sie nach derselben Methode ausgeführt worden sind. Das beste Verfahren besteht darin, daß man die Thermometerkugel mit der kleinstmöglichen Sandschicht bedeckt, bei welcher das Blinken des Quecksilbers selbst mit Hilfe einer Lupe nicht mehr bemerkt werden kann.

8.

DAS GEHÖRORGAN DER UNGARISCHEN BLINDMAUS (SPALAX HUNGARICUS NHRG).

Von Dr. JULIUS SZAKÁLL.

Schon in meiner Abhandlung über das Auge der Blindmaus* habe ich darauf hingewiesen, daß im Falle der Verkümmerung irgend eines Sinnesorganes sich dafür in der Regel als Rekompensation ein anderes vollkommener entwickelt. Dies zeigt sich besonders in Fällen, wenn die Rekompensation für die Erhaltung der Art von höchster Wichtigkeit ist.

Gegenwärtig sind bereits so viele Fälle der erwähnten Rekompensation bekannt, daß die anatomischen Untersuchungen höchstens noch die Details beleuchten, ohne aber die Richtigkeit der These in Frage zu stellen.

Im Gehörorgan der Blindmaus erblicken wir ein so auffälliges und so überaus interessantes Beispiel der vervollkommnenden Rekompensation, daß es in der Tat der Mühe lohnt, sich eingehender damit zu befassen. Ich habe die Frage selbst mit großem Interesse studiert, nicht nur weil ich hinsichtlich der genauern Anatomie des Gehörorgans der ungarischen Blindmaus neues zu bieten vermochte, sondern weil ich bei meinen Untersuchungen zu Resultaten gelangt bin, die auch einige strittige Fragen, die allgemeine Gewebelehre des Gehörorgans betreffend, der Lösung näher führen dürften.

---

* *Allattani Közleménye'k* I 1902 p. 80. Die hier niedergelegten Resultate meiner Untersuchungen beziehen sich gleichfalls auf die ungarische Blindmaus (*Spalax hungaricus* Nhrg.)

Aus nachstehenden Erörterungen geht hervor, daß das innere Ohr der Blindmaus in gewisser Beziehung vollkommener ist, als das der bisher untersuchten Säuger, obgleich dabei auch einiger Verkümmerung zu gedenken ist, insbesondere hinsichtlich der Muskeln der Gehörknöchelchen, von welchen ich bei den Serienschnitten weder den *m. tensor tympani*, noch den *m. stapedius* gefunden habe. Wenn ich nun das Gehörorgan der Blindmaus trotz des Mangels dieser beiden kleinen Muskeln für vollkommener entwickelt halte, als dasjenige der in dieser Beziehung untersuchten Säuger, so werde ich dies durch Schilderung der Struktur des ganzen Organs zu begründen suchen.

Das Untersuchungsmaterial habe ich mit freundlicher Unterstützung des Vorstandes der budapester staatlichen entomologischen Station, Herrn Josef Jablonowski, aus Kúnágota beschafft, die Untersuchungen aber zufolge der Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. Franz Tangl in dem physiologisch-histologischen Institut der tierärztlichen Hochschule ausgeführt. Ich erfülle eine angenehme Pflicht, indem ich beiden Herren auch an dieser Stelle meinen innigsten Dank ausspreche.

Die Untersuchungsmethode.

Die Untersuchungen habe ich an den mit verschiedensten Fixierungsflüssigkeiten (Osmiumsäure, Formaldehyd und Sublimat) fixierten Präparaten des ganzen Gehörorgans von teils mazerierten, teils frisch getöteten Tieren ausgeführt.

Die fixierten Präparate habe ich nach der Dekalzinierung entweder in toto mit alkoholischem Safranin oder mit dem Hansenschen Hämatoxylin gefärbt und erst hierauf in Paraffin eingebettet, oder aber habe ich die mit Wasser bereits aufgeklebten Serienschnitte gefärbt, selbstverständlich nach vollständiger Entfernung des Paraffins. Zur histologischen Differenzierung habe ich Eosin-, Pikrinsäure- und Thyoninlösungen angewendet.

Nach der Dekalzinierung war es äußerst schwierig, von den Präparaten Paraffinserienschnitten anzufertigen, weil die Präparate während der Behandlung mit Alkohol und Chloroform sehr hart geworden sind, besonders wenn die Vorbereitungen zum Ein-

betten — ungerechnet der Dekalzinierung — länger als 36 Stunden währten. Nachdem ich aber die Erfahrung gemacht habe, daß eine Vorbehandlung von 3—4 Stunden zum Gelingen der Einbettung vollständig hinreicht, so habe ich den erwähnten Übelstand stets auf folgende Weise umgangen: Nach der Fixierung und Härtung habe ich das ganze Gehörorgan in 2 %iger Salpetersäure, gemengt mit 2 %igem Formaldehyd, dekalziniert. Durch diese, binnen 3—4 Tagen mehrmals erneuerte Flüssigkeit habe ich die vollständige Dekalzinierung bewerkstelligt, denn das mittlere und innere Ohr ist nur mit ganz wenig kompaktem Knochenbestand umschlossen. Nach der Dekalzinierung habe ich das Präparat 5—6 Stunden lang in Leitungswasser ausgewaschen und bevor ich es in toto färbte oder in Alkohol legte, gab ich es zur Neutralisierung der zurückgebliebenen Säure auf 2—3 Stunden in mit gewöhnlichem Kreidepulver saturierten 90 %igen Alkohol. Wenn ich hierauf zum Färben in toto das HANSENsche Hämatoxylin verwandte, verdünnte ich es dreifach mit destilliertem Wasser, der Alkohollösung des konzentrierten Safranin aber fügte ich die doppelte Menge absoluten Alkohols hinzu. Binnen 15 bis 18 Stunden war die Färbung beendigt, und während ich den überflüssigen Farbstoff nach der Färbung mit Hämatoxylin 3 bis 4 Stunden in Leitungswasser auswusch, habe ich bei Safranin durch mehrmalige Erneuerung des 96 %igen Alkohols eben dasselbe erreicht. Ich ließ das Präparat nun 3—4 Stunden in 70 und 90 %igen, sowie in absoluten Alkohol und überführte es aus letzterem in Alkohol und Chloroform aa. in der Weise, daß ich in eine Glasröhre von 1 cm Durchmesser erst Chloroform und auf dies ebensoviel Alkohol goß. Das Präparat schwamm anfänglich an der Berührungsgrenze der beiden Flüssigkeiten, hielt aber mit der Vermengung derselben gleichen Schritt und versank immer mehr, so daß es nach 2 Stunden auf den Boden der Glasröhre anlangte, was zugleich die Durchtränkung mit diesen Flüssigkeiten andeutete. Hierauf gab ich das Präparat auf 2—3 Stunden in 8 ccm Chloroform, während welcher Zeit ich dem Chloroform soviel weißen Paraffin beifügte, als dasselbe in gewöhnlicher Zimmertemperatur auflöste. Nach Verlauf von weiteren 3 Stunden gab ich das Präparat samt dem Paraffin-Chloroform in den auf

48° C. eingestellten Thermostat, worin das Chloroform alsbald verdunstete und somit reines Paraffin zurückblieb, in welchem das Präparat 2 Stunden lang verblieb. Nunmehr folgte die Einbettung. Zu diesem Zwecke sind die gewöhnlichen Zahnpulverschalen sehr geeignet und billig; bei der Einbettung kleiner Präparate haben dieselben auch noch den Vorteil, daß man darin, wenn man eine entsprechende orientierende Skizze anfertigt, gleichzeitig mehrere Präparate einbetten kann.

Diese Art der Dekalzinierung und Einbettung habe ich auch bei Präparaten aus dem Felsenbein der Zieselmaus, einem älteren Hunde und eines 3 Wochen alten Büffelkalbes mit Erfolg angewendet, nur daß ich zur Dekalzinierung für längere Zeit (8 bis 10 Tage) 5%ige Salpetersäure in Anspruch nehmen mußte.

Die topographischen Verhältnisse des inneren und mittleren Ohres.

Die topographischen Verhältnisse der einzelnen Teile des inneren Ohres oder Labyrinthes, d. i. die Schnecke, die Bogengänge und der Vorhof, sind sowohl von der Seite der Paukenhöhle als auch der Schädelhöhle so leicht zu überblicken, wie bei keinem einzigen andern Nager bezw. Säuger.

Die Schnecke (Fig. 1 *cs*) liegt derart in der Paukenhöhle, daß ihre Achse fast parallel verläuft mit dem untern Niveau der Schädelhöhle, während der Apex nach vorn und etwas nach außen gerichtet ist. Zwischen den einzelnen Windungen bildet die, an der vorderen Spitze des *Foramen ovale* (Fig. 1 *pa*) beginnende und an der Oberfläche der Schnecke bis zum Apex hinziehende Furche, die Grenze. Die Schnecke ist von ihrer hinter dem *Foramen rotundum* liegenden Basis bis zum Apex gemessen 0,19 cm hoch und sind daran in derselben Linie $3^1/_4$ Windungen sichtbar*. Am Beginn der basalen Windung ist das von einer

*) Aus der Zahl der Windungen und der Höhe der Schnecke folgt noch durchaus nicht die hochgradige Entwicklung, denn dafür ist die Gesamtlänge der einzelnen Windungen maßgebender, nämlich wie groß der Raum ist, auf welchem das Cortische Organ liegt. Aus der Abbildung (Fig. 1 u. 2) ist es ersichtlich, daß diese Verhältnisse bei der Blindmaus sehr günstig sind, denn die Windungen haben im Verhältnis zur Höhe der Schnecke einen äußerst langen Radius, zudem ist ihre Zahl recht beträchtlich.

hohen Lippe umgebene *Foramen rotundum* (Fig. 1 *ka*) vor und unter demselben, aber in der Tiefe das *Foramen ovale* (*pa*) sichtbar, welch letzteres indessen mehr einer gestreckten, in der Längsachse gekrümmten Büchse als einer ovalen Öffnung gleicht; seine Länge beträgt 0,15 cm, die Breite dagegen bloß 0,08 cm. Durch das *Foramen rotundum* erblickt man den Anfang der knochigen *Lamina spiralis*, welche der Richtung der basalen Windung der Schnecke folgt, und solcher Art ist ihre Situierung durch die geräumige Öffnung gut wahrnehmbar. Den Vorhof kann man nach Entfernung des Randes des *Foramen rotundum* durch das *Foramen ovale* nahezu in seiner ganzen

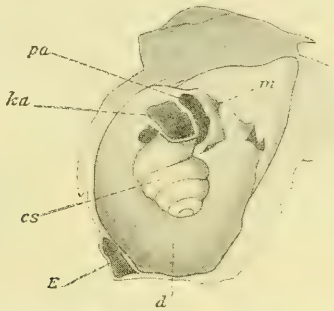


Fig. 1. Rechte Paukenhöhle von der Seite, vergrößert: *ka* = Foramen rotundum; *pa* = Foramen ovale; *E* = Öffnung der Ohrtrompete; *d* = innere Wandung der Paukenhöhle; *m* = Öffnung der Seitenhöhle der Paukenhöhle; *cs* = Schnecke. Vierfache Vergrößerung.

Größe überblicken, wobei man bemerkt, daß an der inneren Wandung sich zwei ziemlich hohe senkrechte Leisten hinziehen, welche die Höhle in zwei Teile sondern.

Oben und vor dem *Foramen ovale* zeigt sich eine in eine große Nebenhöhle der Paukenhöhle führende geräumige Öffnung (Fig. 1 *m*), deren Unterrand von der Tuba Fallopii und dem vorderen Bogen des seitlichen Bogenganges gebildet wird. Um besser in diese Höhle blicken zu können, entfernt man den oberen Teil des Felsenbeins, worauf man auf dem Boden und an der inneren Wandung derselben die seitliche und obere Ampulla, sowie den vorderen Stiel des oberen Bogenganges sich ausheben sieht.

Die seitliche und untere Wandung der Paukenhöhle ist gleich-

förmig glatt. Während die seitliche Wandung etwas gestreckt ist und in Ermangelung des knochigen äußeren Gehörganges bloß eine ringartige Öffnung umschließt, zeigt sich am tiefsten Punkte der untern Wandung nahe der Vereinigung des hintern

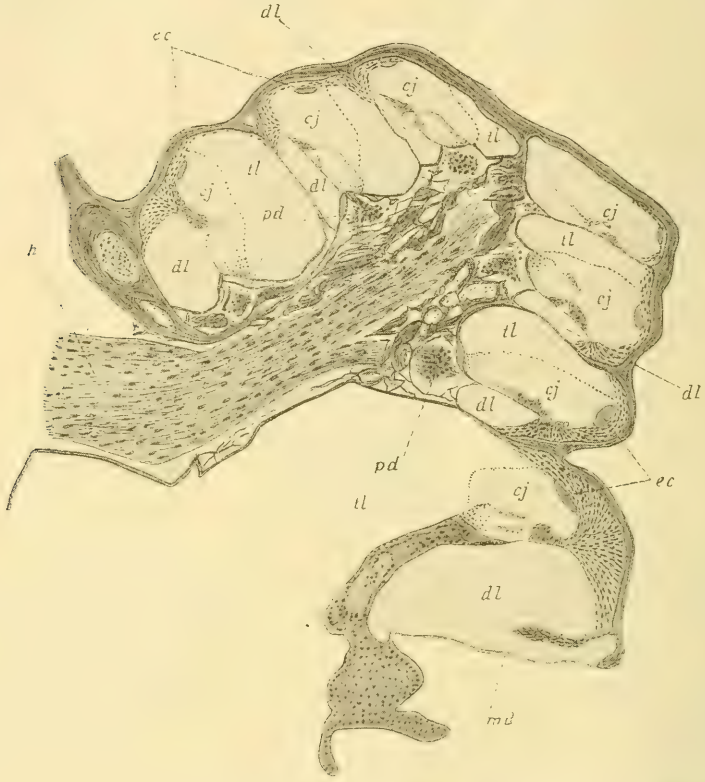


Fig. 2. Durchschnitt der Schnecke in der Achsenmitte: h = Gehörnerv; pd = Ganglion spirale Corti; dl = Paukentreppe; tl = Vorhofstreppe; cj = Schneckengang; ec = Stria vasculosa; md = sekundäres Trommelfell. Vergrößerung: Reichert oc. 2, obj. 1.

Teils des Keilbeines und des Basalteiles des Hinterhauptbeines die Öffnung der Ohrtrompete (Fig. 1 *E*).

An der Seite des Felsenbeines gegen die Schädelhöhle machen sich eine obere, unpaare große und zwei untere, unmittelbar übereinander liegende kleinere Vertiefungen bemerkbar. Der obere Rand der erstern wird durch den obern Bogengang gebildet,

welcher in eine blind endigende Öffnung führt und seiner Lage wie seiner Bestimmung nach, dem bei den Vögeln besonders gut entwickelten *Hiatus subarcuatus* vollständig entspricht, in dem ein kleiner Anhang der Seitenlappe des kleines Gehirns Platz findet. Von den zwei untern Vertiefungen ist die vordere mehr oder weniger eiförmig und am Boden derselben zeigt sich vorn und oben der Anfang der Tuba Fallopii, hinten und oben aber befinden sich für die zum Sacculus und Utriculus führenden Nerven kleine Löcher (*area cribrosa sup.*). Das hinter und ein wenig unter dieser Vertiefung befindliche Loch ist kreisrund, und nachdem es mit keinem so hohen Rand versehen ist, so zeigt sich am Boden desselben deutlich das zentrale Schneckenloch und rings um dasselbe mehrere kleine Öffnungen.

Die Bogengänge lassen sich ohne besondere Präparierung studieren, vorzüglich durch jene Nebenhöhle, welche durch die über dem Foramen ovale befindliche geräumige Öffnung mit der Paukenhöhle korrespondiert.

Von den Gehörknöchelchen bildet der Hammer (*malleus*) (Fig. 3 B) bezw. der Körper (*t*) und Kopf (*f*) desselben mit dem Stiel (*n*) einen Winkel von ungefähr 145°; während erstere Teile im ganzen auf der obern Fläche des knochigen Trommelringes liegen, hängt mit dem Trommelfell bloß der Stiel zusammen. Die ganze Länge beträgt 0,4 cm. Die hintere Gelenkfläche des Kopfes wird durch eine seichte Furche in eine obere größere und eine untere kleinere Partie geteilt. Unter dem Kopfe erhebt sich an der vordern Außenseite des Körpers der lange Fortsatz (*hn*), welcher sich der Fissura Glaseri einfügt, bezw. wird derselbe durch das vordere Ligamentum des Hammers daran befestigt. An der diesem Fortsatze entgegengesetzten Seite befindet sich am Körper des Hammers eine kleine Anschwellung, an welcher das Gewebeband haftet, das die Stelle des *Musculus tensor tympani* einnimmt.

Am Ambos (Fig. 3 A) ist die Gelenkfläche (*if*) des Körpers sattelförmig, und seine Gestaltung stimmt, wie auch aus den Abbildungen ersichtlich, mit der Gelenkfläche des Hammers nicht überein, sodaß sie nur durch Zwischenschiebung eines Gelenkknorpels ineinander passen könnten, nachdem aber dieser

fehlt, ist das Hammer-Ambosgelenk zu weit. Von den Fortsätzen des Ambos ist der kürzere, *Proc. brevis* (*rn*), kaum 0,04 cm, während der längere, in der Längsachse etwas gewundene und dem Ende gegen die innere Wandung der Paukenhöhle geneigte Fortsatz, *Proc. longus* (*hn*), 0,17 cm lang ist.

Der Steigbügel (Fig. 3 C) ist 0,18 cm hoch, die Breite seiner Platte beträgt 0,06 cm, die Länge aber 0,21 cm. Von den Stielen ist der vordere äußere (*ks*) dick und gerade, der hintere innere (*hs*) dagegen bogig und dünn. Die obere Fläche der Platte ist konkav, die untere konvex. Das obere Ende

Fig. 3 A. Fig. 3 B. Fig. 3 C.

A) Der Ambos: *if* = Gelenkoberfläche; *rn* = der kurze und *hn* = der lange Fortsatz. — B) Der Hammer: *t* = Körper; *f* = Kopf; *n* = Stiel; *hn* = langer Fortsatz. — C) Der Steigbügel: *t* = Basis; *ks* = äußerer Stiel; *bs* = innerer Stiel; *f* = Kopf. — Sämtliche Gehörknöchelchen in 40facher Vergrößerung.

der beiden Stiele ist zu einem gemeinsamen Stück vereinigt, mit welchem das Capitulum (*f*) vollständig verwachsen ist. Die Platte ist der Form des Foramen ovale entsprechend etwas gebogen.

All diese Verhältnisse sind schon am ausgelaugten Schädel sehr instruktiv, denn die Schnecke liegt fast vollständig frei in der Paukenhöhle, wodurch es möglich ist, ihre Gestaltung auch ohne besondere Präparation zu studieren. Eben dasselbe gilt auch betreffs des Vorhofes und der Bogengänge, und all das läßt sich auf den Mangel des kompakten Knochenbestandes des Felsenbeines zurückführen. Auffallend ist ferner die übermäßige Entwickelung des an der innern Oberfläche des Felsenbeins der

Blindmaus neben dem Bogengang befindlichen Öffnung (*hiatus subarcuatus*), welche in diesem Grade bisher bloß an Vögeln bekannt war.

Histologische Struktur des Gehörorgans.

Falls man von dem ganzen Gehörorgan in der Weise Serienschnitte anfertigt, daß die Schnittrichtung parallel der Achse des Foramen ovale (Fig. 1 *pa*) verläuft, so gibt der Schnitt von der Höhe der hintern untern Fläche des Foramen rotundum das Bild Fig. 2.

Aus der Abbildung zeigt es sich, daß die Schnecke im ganzen einem gekippten Kegel gleicht, dessen Seitenwandung weit höher ist, als die innere, was auf die Geräumigkeit des Anfanges der basalen Windung zurückzuführen ist. An diesem Schnitte, welcher die Achse der Schnecke und darin den bis zum Apex der Schnecke hinreichenden Nerven in der ganzen Länge trifft, findet man, mit Rücksicht auf das Benehmen der Windungen, die an der ausgelaugten Schnecke gemachte Wahrnehmung bestätigt, daß sich an der Schnecke der Blindmaus $3^1/_4$ Windungen befinden, von welchen die basale am geräumigsten, die apikalen hingegen die engsten sind. In senkrechter Richtung lassen sich folgende Maße feststellen: Die basale Windung ist 898 μ, die zweite 445 μ, die dritte 364 μ und der Anfang des am Apex gelegenen 165 μ hoch, d. i. gegenüber der Höhe von 898 μ der basalen Windung sind die übrigen insgesamt 974 μ hoch. Auffallend ist ferner das Höhenverhältnis zwischen der Vorhofstreppe und der Paukentreppe der einzelnen Windungen, welches in der basalen Windung zwar noch kaum zur Geltung gelangt, denn hier ist die Paukentreppe, *Scala tympani* (*dl*), 365 μ und die Vorhofstreppe, *Scala vestibuli* (*tl*), 535 μ hoch, allein schon in der zweiten Windung hat die Paukentreppe bloß 145 μ, die Vorhofstreppe aber 300 μ Höhe, mithin ist letztere doppelt so hoch. Ein getreues Bild dieses Verhältnisses bietet die Abbildung Fig. 2.

Das Knochengehäuse der Schnecke wird durch eine sehr dünne kompakte Knochenlamelle gebildet, mit deren innerer Oberfläche der von der Achse des schwammigen Bestandes ausgehende und die Grenze zwischen den Windungen andeutende Verschluß zusammenhängt.

Die *Lamina spiralis ossea* (Fig. 4 *cpl*) reicht so tief in die einzelnen Windungen herab, daß z. B. am Ende der ersten Windung bloß eine ganz schmale Lücke für die *Membrana basilaris* (*al*) übrig bleibt; dasselbe Verhältnis hat man mehr oder weniger bis zur Apikalwindung. Sowohl an der obern wie an der untern

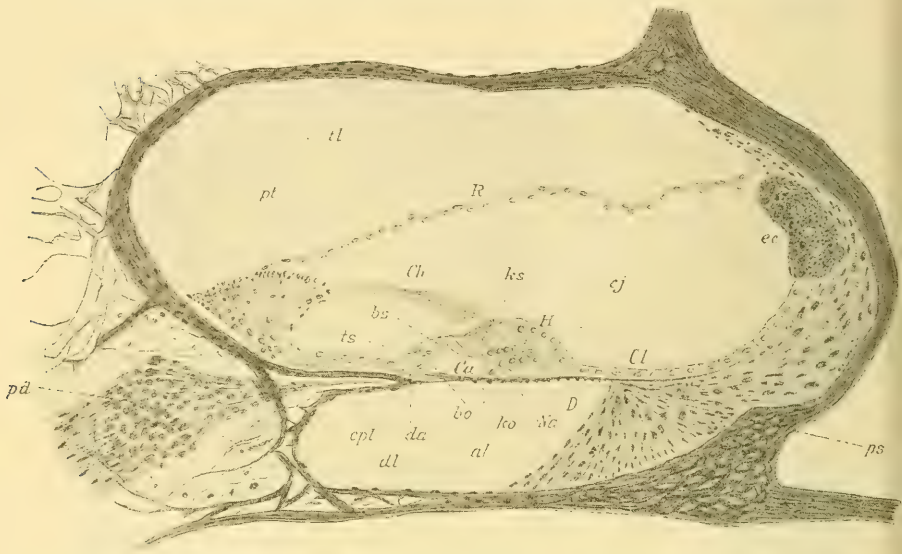


Fig. 4. Durchschnitt einer Schneckenwindung: *dl* = Paukentreppe; *cj* = Schneckengang; *tl* = Vorhofstreppe; *pt* = Limbus spiralis; *cpl* = Lamina spiralis ossea; *Ch* = Membrana tectoria; *da* = Labium tympani; *bs* = innere Haarzelle; *ts* = Stützzelle; *bo* = innere Pfeilerzelle; *ko* = äußere Pfeilerzelle; *Ca* = Pfeilertunnel; *Na* = Nuelscher Raum; *ks* = äußere Haarzellen; *D* = Deiterssche Stützzellen; *H* = Hensensche Zellen; *Cl* = Claudiussche Zellen; *ec* = Stria vascularis; *R* = die Reissnersche Haut; *ps* = Ligamentum spirale; *al* = Basilarmembran; *pd* = Ganglion spirale Corti. Vergrößerung: Reichert, oc. 2, obj. 7.

Fläche der *Lamina spiralis ossea* zeigt sich ein kompakter Knochenbestand, während zwischen beiden das von Knochenlamellen umgebene *Ganglion spirale* Corti (Fig. 2 *pd*) und die von hier bis zum Cortischen Organ hinreichenden Nervenfasern sichtbar sind.

Die histologische Struktur des an der obern Fläche der *Lamina spiralis ossea* befindlichen *Limbus spiralis* (Fig. 4 *pt*) weicht von der des vorigen scharf ab, demzufolge die Grenzen, be-

sonders an den mit Eosin nachgefärbten Präparaten sehr scharf zu unterscheiden sind. Die Grundsubstanz erscheint bei geringer Vergrößerung homogen, bei stärkerer Vergrößerung aber wird die Faserigkeit recht auffällig, was hauptsächlich in der Nähe des innern *Sulcus spiralis* und an dem gestreckten *Labium tympani* (Fig. 4 *da*) sich äußert, denn in dieser Gegend zeigen sich in der Grundsubstanz nur spärliche oder überhaupt keine Kerne. Die Richtung der Fasern ist derart, daß die einzelnen Fasern gegen den Anfang des *Labium tympani* als ihr Zentrum ziehen und in dem langen *Labium tympani* schon parallel laufen. In der Grundsubstanz sind unregelmäßig verstreute runde Kerne eingebettet, welche nahe der obern Fläche des *Limbus spiralis* zwar entschieden in Schichten angeordnet sind, ohne daß sich aber zwischen den Kernen oder unter denselben gegenüber dem Bestande des *Limbus spiralis* Zellengrenzen nachweisen ließen. Die erwähnten Kerne sind Bestandteile der Zellen, welche die Oberfläche des *Limbus spiralis* bedecken, die aber bei vorrückendem Alter — wie BÖTTCHER* nachgewiesen hat — immer mehr mit dem eigenen Bestand des *Limbus spiralis* verschmelzen, während sie bei Beginn der Entwickelung durch eine scharfe Grenze getrennt sind. Diese Beobachtung BÖTTCHERS bezieht sich zwar auf andere Säugetiere, allein sie wird bei der Blindmaus bestätigt, trotzdem laut GOTTSTEIN** zwei so heterologe Gewebe wie das Epithel des Schneckenganges und das knochenartige Gewebe des *Limbus spiralis* sich nicht verschmelzen können und hierfür im Organismus kein Beispiel bekannt ist. GOTTSTEIN begründet seine Meinung damit, daß dies Epithel in der Schnecke embryonaler oder neugeborener Tiere — wie es auch BÖTTCHER beobachtet hat — gegen die Basis scharf begrenzt ist und sich ihm zufolge nach einem Glyzerin- oder Jodserumbade von der Basis leicht ablöst, was gegen die innige Verschmelzung zeugt.

* A. BÖTTCHER, Über Entwickelung und Bau des Gehörlabyrinths nach Untersuchungen an Säugetieren; Verhandl. d. kais. Leop. Carol. deutschen Akademie der Naturforscher, Dresden 1869.

** J. GOTTSTEIN, Über den feineren Bau und Entwicklung der Gehörschnecke der Säugetiere und des Menschen; Arch. f. mikrosk. Anat. 1872, p. 145—199.

Dem gegenüber können wir darauf hinweisen, daß sich dies Epithel nach der Behandlung der Schnecken alter Tiere mit denselben macerierenden Flüssigkeiten niemals ablöst.

DEITERS* und LÖWENBERG** halten den Limbus spiralis für ein Bindegewebe, während ihn BÖTTCHER in seinem erwähnten Werke für ein knorpeliges Gebilde erklärt. Dem entgegen bezeichnen ihn GOTTSTEIN*** nebst WALDEYER als eine osteoide Substanz, weil laut ihm in der Grundsubstanz derselben, die dem Knorpel ähnlich, fast homogen, aber mit derjenigen der Knorpel nicht identischer Struktur ist, sich Knochenkörperchen ähnliche Zellen nachweisen lassen. Seiner Ansicht nach wird dies durch die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen bestätigt, denn der Limbus spiralis entsteht nebst der Lamina spiralis aus dem Bindegewebe der Schneckenhülsen, nur daß die Lamella verknöchert, während der Limbus spiralis immerfort „ein Vorgebilde des Knochens" bleibt, dessen Struktur laut GOTTSTEIN gleichwertig ist mit dem Knorpel.

Das Labium vestibulare beugt sich dachförmig über den innern Sulcus spiralis, das Labium tympanicum (Fig. 4 *da*) aber ist so gestreckt, daß es die knochige Lamina spiralis überragt, folglich auch der innern Haarzelle zur Basis dient, und noch weiter bis unter den Pfeilertunnel (*Ca*) vordringt. Bei dieser Gestaltung hängt die Membrana basilaris der Spalax (Fig. 4 *al*) nicht mit der Lamina spiralis ossea (*cpl*) zusammen, sondern geht von dem Labium tympanicum (*da*) des Limbus spiralis aus.

Die Höhe des Limbus spiralis schwankt in den einzelnen Windungen zwischen 50—102 μ; natürlich ist derselbe an der Basis am höchsten und in der Apikalwindung am niedrigsten; die Länge des Labium tympanicum beträgt 115—144 μ, während die Dicke desselben bloß 5—8 μ ausmacht.

Die REISSNERsche Haut (*Membrana Reissneri*, Fig. 4 *R*) haftet derart an der obern, d. i. konvexen Fläche des Limbus

---

* DEITERS, Untersuchungen über die Lamina spiralis membranacea, Bonn 1860.

** LÖWENBERG, La lame spirale du limaçon de l'oreille, de l'homme et des mammifères, Paris 1867.

*** L. cit. p. 153.

spiralis, daß die Haftstelle in der basalen Windung in die Nähe des Labium vestibulare fällt, sich aber nach oben immer mehr von demselben entfernt, so daß sich die REISSNERsche Haut in der Apikalwindung schon der innersten Partie der obern Fläche des Limbus spiralis anschließt. Seitlich haftet die REISSNERsche Haut oberhalb der in jeder Windung speziell entwickelten Stria vasculosa (Fig. 2 u. 4 *ec*), in unmittelbarer Nähe derselben; ihre Stärke beträgt kaum 6 μ, demzufolge an ihrer Oberfläche nicht nur die Kerne der Vorhofstreppe (*tl*), sondern auch die an der Oberfläche der Paukentreppe bezw. des niedrigen Plattenepithels wulstig erheben.

Die Membrana tectoria (Fig. 4 *Ch*) entspringt an dem gegen den Vorhof liegenden Teil des Limbus spiralis, und ihr freier Rand reicht, ungeachtet der in den einzelnen Windungen sich zeigenden geringen Verschiedenheiten, im allgemeinen bis zur seitlichsten Reihe der äußern Haarzellen. Am Ausgangspunkt ist sie am dünnsten (8—10 μ) und wird oberhalb der äußern Haarzellen 18—24 μ dick. Die Anordnung der Fasern kutikularer Struktur, welche ihre Substanz bilden, ist zweierlei, insofern sie sich an der obern Fläche des dem Ursprung genäherten Teiles senkrecht aneinanderreihen, wogegen sie unterhalb derselben, sowie an dem Seitenteile einer radialen Richtung folgen. Die Zunahme des Durchmessers nach außen ist so gleichmäßig, daß die dickste Partie gerade über den äußern Haarzellen liegt. Ihre Breite beträgt in der basalen Windung bloß 50 μ, in der Apikalwindung dagegen 132 μ. Die Fasern sind nahe des Ursprungs enge, gegen den freien Rand aber immer loser gefügt.

Der Umstand, daß die sogenannte Membrana tectoria Cortii, trotz der Verschiedenheit ihrer Breite dennoch in jeder Windung bis an die seitlichen Haarzellen reicht, scheint dafür zu sprechen, daß die Haarzellen hinsichtlich ihrer physiologischen Funktion mit der Membrana tectoria in innigster Beziehung stehen, woraus indes nicht folgt, daß man — wie AYERS* annimmt — die Membrana tectoria als Produkt der Haarzellen zu betrachten habe.

* H. AYERS, Die Membrana tectoria — was sie ist, und die Membrana basilaris — was sie verrichtet: *Anat. Anz.* VI p. 219.

Dies kann um so weniger angenommen werden als sich bei keinerlei Behandlung ein histologischer Zusammenhang derselben nachweisen läßt, im Gegenteil überzeugt jedes Präparat davon, daß der freie Rand der Membrana tectoria sich stets von den Haarzellen ablöst, während ihre Verbindung mit dem Labium vestibulare des Limbus spiralis eine konstante ist. Man muß daher lieber der ältern Ansicht beipflichten, daß die Membrana tectoria ein Produkt der im Sulcus spiralis befindlichen Zellen sei. Es ist noch hervorzuheben, daß ich in der Grundsubstanz keinen hyalinen Teil, wie er aus der Schnecke des Menschen und anderer Säugetiere beschrieben worden ist, gefunden habe.

Die Seitenwandung des Schneckenganges wird durch die mächtig entwickelte *Stria vascularis* (Fig. 4 *ec*) charakterisiert, die Differenzierung derselben von dem Ligamentum spirale (*ps*) ist so deutlich und entschieden, wie bei keinem einzigen andern Säugetiere. Nach oben erstreckt sie sich bis zur Haftstelle der REISSNERschen Haut, nach unten aber bis zur Mitte der Seitenwandung des Schneckenganges oder noch tiefer herab. In der basalen Windung ist sie am breitesten, d. i. 165 μ, in der Apikalwindung dagegen nur 90 μ. Von der Basis, d. i. von dem Ligamentum spirale unterscheidet sie sich nicht nur durch den größern Reichtum an Gefäßen, sondern hauptsächlich durch den Reichtum an Pigmentkörnchen. Sie ist mit Pigmentkörnchen derart überfüllt, daß dieselben auch ihre Gewebestruktur fast gänzlich verdecken. In der Höhle des Schneckenganges erhebt sie sich in ihrer ganzen Breite, wodurch die Feststellung ihrer Grenzen noch mehr erleichtert wird.

Die Grundsubstanz der Stria vascularis wird durch retikulares Bindegewebe gebildet, ihre Oberfläche aber ist durch ein solches Epithel bedeckt, dessen Zellenkerne hinsichtlich der Form und Anordnung an die im seitlichen Sulcus spiralis befindlichen CLAUDIUSschen Zellen (*Cl*) erinnern, allein deren Grenzen sowohl gegeneinander als auch der Grundsubstanz gegenüber sich nicht erkennen lassen. Bei Serienschnitten sieht man darin mehrere Blutäderchen, die mit den Adern des Ligamentum spiralis im Zusammenhange stehen und solcherart den engern Zusammenhang zwischen der Stria vascularis und des Ligamentum spiralis teil-

weise vermitteln. Auf dies Verhältnis glaube ich aus dem Umstand schließen zu können, daß an Stellen, wo derlei vermittelnde Äderchen fehlen, sich die Stria vascularis von der Basis loszulösen pflegt.

Rings der Blutadern zeigen sich Lücken von verschiedener Form und Größe, allein es ist noch fraglich, ob dieselben mit den Blutadern zusammenhängen, dagegen ist es nach KÖLLIKER, BÖTTCHER und andern sicher, daß die Stria vascularis als ein der Anschwellung fähiges, als ein sich akkomodierendes Organ zu behandeln ist, denn von dem Grade der Gefülltheit der darin befindlichen Blutadern hängt die Expansion oder Schlaffheit der an dem Ligamentum spiralis haftenden Basilarmembran ab. Diese Ansicht wird auch durch die Untersuchungen von KATZ* bestätigt, der (p. 67) sagt, daß „eine mehr oder weniger starke Spannung (der Basilarmembran) abhängig sein kann von einer mehr oder weniger großen Blutfülle dieses an sich sehr gefäßreichen Teiles."

Sehr bezeichnend ist ferner die Charakteristik von KATZ, indem er die Stria vascularis als von schwammartiger Struktur bezeichnet.

Aus dem Reichtum der Stria vascularis an Gefäßen und Gewebslücken ist mit Recht darauf zu schließen, daß die endolymphatische Flüssigkeit des Schneckenganges hier ausgeschieden wird.

Bemerkenswert ist auch die Pigmentierung der Stria vascularis der Spalax, die bisher noch an keinem andern Tier beobachtet worden ist, weder an der Maus, am Meerschweinchen oder am Kaninchen, die mit Vorliebe zur Demonstration der Gewebestruktur der Schnecke herangezogen werden. In dem behufs Vergleichung untersuchten Ohr der Zieselmaus habe ich gleichfalls gefunden, daß die Stria vascularis pigmentiert ist, obgleich hier die Pigmentkörnchen außerordentlich klein und gleichmäßig verteilt sind, wogegen sie im Ohr des Spalax sich in größeren oder kleineren Klumpen, hauptsächlich nahe der Adern

---

* L. KATZ, Histologisches über den Schneckenkanal, speziell über die Stria vascularis: *Arch. f. Ohrenheilk.* XXXI, 1890, p. 66—72.

anhäufen. KISHI* hat aus der Stria vascularis der japanischen Tanzmaus bloß Blutadern beschrieben, also von Pigmentkörnchen nichts erwähnt, es ist somit wahrscheinlich, daß die Pigmentierung der Substanz der Stria vascularis die Eigenheit nur einzelner Nager bildet.

Noch habe ich des an der Seitenwandung des Schneckenganges vorfindlichen *Ligamentum spirale* (Fig. 4 *ps*) kurz zu gedenken. Eigentlich ist auch die Stria vascularis ein Teil desselben und bloß die verschiedene Struktur ist die Ursache, weshalb ich die Stria dennoch separat schilderte. Das Ligamentum spirale ist ursprünglich eine lokale Wucherung des Bindegewebes, welches die Knochenhaut der innern Oberfläche des knochigen Schneckenganges bildet; an jenem Teil dieser lokalen Wucherung, welcher in der Höhle des Schneckenganges am höchsten emporragt, ist die Basilarmembran angeheftet. Über und unter dieser Haftstelle wird das Ligamentum spirale so dünn, daß es sich an der Scheidewand zwischen den Schneckenwindungen nur mehr in Form einer dünnen Knochenhaut fortsetzt und sein Durchschnitt in der basalen und zweiten Windung an den kalendarischen Halbmond (☽) erinnert. Die Fasern des Bindegewebes laufen in der Richtung der Haftstelle der Basilarmembran zusammen. Aus dieser Gestaltung des Ligamentum spirale erklärt es sich, daß die Füllung der sowohl hierin als auch in der Stria vascularis befindlichen Adern von Einfluß ist auf den Expansionsstand der Basilarmembran. Das Ligamentum spirale ist in der basalen Windung 230 μ, in der zweiten bloß 66 μ, in der dritten 36 μ und in der Viertelwindung am Apex nur 21 μ dick.

Die Basilarmembran haftet in der ersten Windung derart am Ligamentum spirale, daß die Haftstelle in die Mitte derselben fällt, während der Paukentreppenteil gegen die Apikalwindung immer schmäler wird, was übrigens dem Kleinerwerden der Paukentreppe (*dl*) entspricht.

Die Basilarmembran (Fig. 4 *al*) ist, wie bereits erwähnt, im *Spalax*-Ohr nicht zwischen dem Limbus spiralis und dem

---

* KISHI, Das Gehörorgan der sogenannten Tanzmaus: *Zeitschr. f. wiss. Zool.* LXXI p. 457—485.

Ligamentum spirale ausgespannt, sondern zwischen letzterem und dem gedehnten Labium tympani des Limbus spiralis, denn letzterer überragt die freie Lippe der Lamina spiralis ossea recht beträchtlich: demzufolge ist ihre Breite geringer als die Entfernung zwischen dem Limbus spiralis und dem Ligamentum spirale. Ihre Breite weicht in den einzelnen Windungen kaum ab (in des Basalwindung ist sie 160 μ, in der zweiten 168 μ, in der dritten 185 μ, in der Apikalwindung aber 140 μ breit), ihre Dicke beträgt durchschhittlich 5 μ. Die Grundsubstanz ist der Länge nach fein gestreift, und während sie in der Richtung gegen die Paukentreppe mit Endothel bedeckt ist, fügt sich ihr an der Seite gegen den Schneckengang das CORTIsche Organ an.

Das CORTIsche Organ. Von den Pfeilerzellen sind die äußern (Fig. 4 *ko*) länger und schräger zur Ebene verlaufend als die innern (*bo*), die kürzer und zugleich mehr senkrecht situiert sind. Erstere sind im Durchschnitt 63 μ, letztere bloß 36 μ hoch. Hinsichtlich der Höhe herrscht zwar in einzelnen Windungen einige Schwankung, allein das bezeichnete Verhältnis ist ziemlich konstant. Zufolge dieser Differenzen in der Höhe der Pfeilerzellen gleicht der Durchschnitt von denselben zu dem von der Basilarmembran umgebenen Pfeilertunnel (*Ca*) einem ungleichseitigen Dreieck. Das gegen den Kopf gekehrte Ende der äußern Pfeilerzelle ist seitwärts geneigt und hängt nicht mit der gleichfalls homogenen Substanz der Membrana reticularis zusammen, sodaß dadurch der NUELsche Raum von oben abgeschlossen wird. Die größte Höhe des Pfeilertunnels beträgt 36 μ, die größte Breite hingegen an der Basis der Pfeilerzellen 60 μ.

Von den Haarzellen stehen die innern (Fig. 4 *bs*) in einer, die äußern (*ks*) aber in fünf Reihen, indes nicht in jeder Windung gleichmäßig, denn in der Basal- und Apikalwindung zeigen sich bloß vier bezw. drei Reihen und nur in der zweiten und dritten deren fünf. Diese Zahl ist so hoch, daß sich bei andern Säugern kein Beispiel dafür findet, da in der Schnecke des Menschen bloß vier, in der anderer Säuger aber nur drei Reihen von Haarzellen vorkommen. Mit dieser Zahl der Haarzellen schritthaltend akkomodieren sich denselben die unter bezw. zwischen ihnen liegenden DEITERSschen Stützzellen (Fig. 4 *D*)

in gleicher Anzahl. Das obere, verbreiterte Ende der letzteren bildet die *Membrana reticularis*, welche in Form einer Deckschicht homogener Substanz sich mit dem Fortsatze der äußern Pfeilerzelle zu vereinigen scheint, seitlich aber sich auch auf die HENSENschen Zellen (Fig. 4 *H*) erstreckt. Die Höhe der innern Haarzellen beträgt durchschnittlich 22 μ, die der äußern aber 36 μ.

Seitlich der äußern Pfeilerzelle zieht in ihrer ganzen Länge der NUELsche Raum (Fig. 4 *Na*) hin, dessen Seitenwand von der ersten Reihe der äußern Haarzellen und der unter diesen liegenden DEITERSschen Zellen gemeinschaftlich gebildet wird, während dieselbe nach oben durch den Stift der äußern Pfeilerzelle, nach unten aber durch die Basilarmembran geschlossen ist.

Die HENSENschen Stützzellen (Fig. 4 *H*) sind in der basalen Windung so hoch, daß in das Niveau der äußern Haarzellen beträchtlich überragen, denn sie der basalen Windung beträgt die gesamte Höhe der äußern Haarzellen und der DEITERSschen Stützzellen 42 μ, die der HENSENschen Zellen aber 66 μ; in der zweiten Windung sind beide 66 μ und in der dritten 54 μ hoch.

Die CLAUDIUSschen Zellen (Fig. 4 *Cl*) weichen in der basalen Windung hinsichtlich der Form und Höhe von den übrigen Windungen ab, denn während sie dort 27 μ hoch, blasenartig und stark granuliert sind, messen sie weiter nach oben bloß 6—9 μ und haben mehr die Form eines Würfels. Ähnliche Verhältnisse lassen sich auch an den Zellen wahrnehmen, welche den innern Sulcus spiralis bedecken.

Der Gehörnerv ist im innern Gehörgang 0,5 mm dick, was dem Umstande zuzuschreiben ist, daß die Nervenfaserbündel an dieser Stelle sehr lockere Büschel bilden. Der Stamm des Schneckennervs ist anfänglich 280 μ dick, allein so wie sich in der apikalen Richtung das gegen das Ganglion spirale gekehrte Nervenbündel in Form einer Lamelle loslöst, verengt sich derselbe dementsprechend und mißt unter der Kuppel, wo sich an seinem Ende ein Knoten von Ganglienzellen vorfindet, nur mehr 112 μ.

Das Ganglion spirale ist 110—132 μ dick, die Zellen aber sind durchschnittlich bloß 10 μ lang, während sich im Vorhofsganglion auch 17—20 μ lange Ganglienzellen vorfinden.

Die Struktur des Utriculus, Sacculus und der Bogengänge. Im Vorhof liegt etwas vor dem Foramen ovale und gegen die Mitte gerückt der Sacculus, hinter und über ihm aber der Utriculus. Ihre gegeneinander blickende Wandung hängt teilweise innig zusammen, teilweise aber wird sie durch den zur Macula acustica des Utriculus, sowie zur Crista acustica der obern und äußern Ampulla führenden Ast des Vorhofnervs geschieden.

Der Sacculus und Utriculus liegen frei im Vorhof, mit Ausnahme der Stelle, wo sich der Nerv der an der medialen Seite

Fig. 5 A.

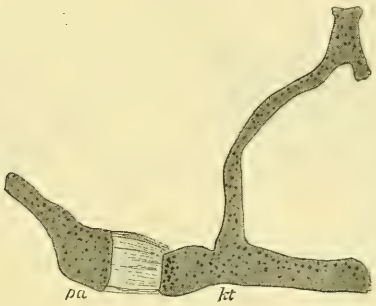


Fig. 5 B.

A) Epithel des Sacculus. Vergrößerung: Reichert, oc. 3, hom. imm. $^1/_{12}$.
B) Die Steigbügelplatte (*kt*), Verbindung mit dem Labium des Foramen ovale (*pa*). Vergrößerung: Reichert, oc. 2, obj. 3.

des Sacculus befindlichen Macula acustica (Fig. 6 B) anschließt. Die Dicke ihrer von retikularem Bindegewebe und flachen Epithelzellen (Fig. 5 A) gebildeten Wandung beträgt 8—10 μ, allein entsprechend den Maculae acusticae, wo das Bindegewebe eine sehr dicke Schicht bildet — die hohe Epithelschicht und die in das reiche Bindegewebe eingebetteten Nervenfasern mitgerechnet —, wird die Wandung stellenweise 66 bis 100 μ dick.

Der Sacculus ist eiförmig, sein Querdurchmesser beträgt 0,5 mm, der Längsdurchmesser aber 1,2 mm. Die Form des Utriculus ist mehr gerundet, bei einem Querdurchmesser von 0,6 mm hat der Längsdurchmesser bloß 0,9 mm.

Das 30—36 μ hohe Epithel, welches die Oberfläche der Maculae acusticae bedeckt, besteht aus Stütz- und Haarzellen, welche

gegen den Rand nur mehr 12—15 μ hoch sind und allmählich in das flache Epithel übergehen. In den zweierlei Epithelzellen (Fig. 6 B, *h*) liegen die Kerne derart, daß während sie in den Haarzellen nahe der Oberfläche eine Reihe bilden, die Kernreihe der Stützzellen im tiefsten Teil der Epithelschicht liegen, so daß zwischen den beiden Kernreihen der Körper der zweierlei Zellen einen kernlosen Gürtel bildet.

Die Zellen, welche die Gehörwülste (Fig. 7) der Ampullen bedecken, verhalten sich in ähnlicher Weise, nur daß das Binde-

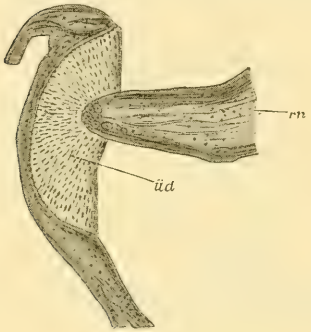


Fig. 6 A.

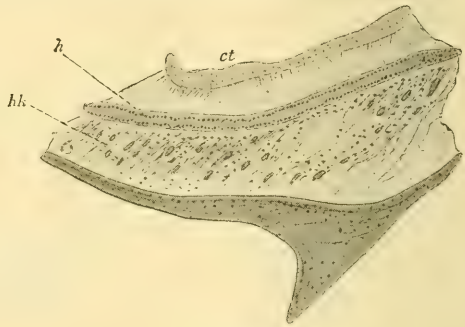


Fig. 6 B.

A) Der Ambos: Der kurze Stiel (*rn*), das Ligamentum (*üd*). Vergrößerung: Reichert, oc. 2, obj. 3. — B) Durchschnitt der Maculae acusticae am Sacculus. *h* = Epithel; *hk* = das unter dem Epithel liegende Bindegewebe mit den Nervenfasern; *ct* = Cupula terminalis mit den losgelösten Gehörhaaren. Vergrößerung: Reichert, oc. 2, obj. 3.

gewebe, welches den Maculae acusticae zur Basis dient, sich ausbreitet, während es sich an den Gehörwülsten derart gruppiert, daß der Durchschnitt der Gehörwulst an den Querschnitt einer Eisenbahnschiene erinnert.

Die Oberfläche der Maculae acusticae ist mit einer fein gestreiften Substanz bedeckt, in welche die Fortsätze der Haarzellen eingesenkt sind, diese Härchen hängen sogar so fest mit derselben zusammen, daß zufolge der Wirkung der vorbereitenden Chemikalien diese Decksubstanz (*Cupula terminalis*) sich samt den Härchen von der Oberfläche der Macula acustica loslöst. Hensen*

* V. Hensen, Nachtrag zu meinen Bemerkungen gegen die Cupula terminalis; *Achiv f. Anat. und Entwicklungsgeschichte* 1881, p. 405—418.

und Çisow* halten die ganze Cupula für ein Kunstprodukt, wogegen Kaiser**, der das Ohr des Kalbes, Schafes und Kaninchens untersuchte, sowie Steinbrügge*** auf Grund seiner an Menschen ausgeführten Untersuchungen, sowie auch Hasse† entgegen Hensen und Çisow der Meinung sind, es sei unmöglich, vorauszusetzen, daß bloß zufolge einer nach chemischer Einwirkung entstehenden Schwellung der Hörhaare ein so umfangreiches Gebilde wie die Cupula zustande kommen könne. In diesem Falle wäre es unerläßlich, daß sich zwischen den Haaren irgend eine stockende, etwa gallertartige Substanz befinde, weil sonst

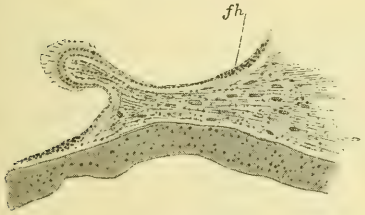


Fig. 7 A.

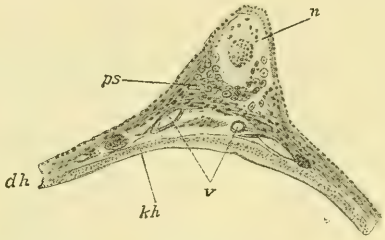


Fig. 7 B.

A) Durchschnitt der Gehörwulst: *fh* = Pigmentepithel an der Gehörwulst. Vergrößerung: Reichert, oc. 2, obj. 3. — B) Der Stiel des Hammers (*n*): *dh* = Verbindung desselben mit dem Trommelfell; *ps* = Knorpelzellen aus der Oberfläche des Hammerstiels; *v* = Blutadern im Trommelfell; *kh* = äußerer Epithelüberzug des Trommelfells. Vergrößerung: Reichert, oc. 3, obj. 7.

auch an andern Stellen des Sacculus und Utriculus ähnliche Kunstprodukte auftreten müßten.

Die Substanz der Spalax-Cupula färbt sich mit Hämatoxylin gleichförmig, allein die gegen die Macula acustica blickende Fläche ist wegen der anhaftenden Haare gestreift, und ebenda fehlt auch

---

* Çisow, Über das Gehörorgan der Ganoiden; *Archiv f. mikrosk. Anat.* XVIII, p. 499.

** Kaiser, Das Epithel der Cristae und Maculae acusticae; *Archiv f. Ohrenheilkunde* XXX p. 181—194.

*** Steinbrügge, Über die Cupulaformationen im menschlichen Labyrinth; *Zeitschr. f. Ohrenheilkunde* XV. Bd.

† Hasse, Die Cupula terminalis der Cyprinoiden; *Anat. Studien* 1. Heft, 1870.

die Substanz zur Aufnahme der Farbe. An den Gehörwulsten habe ich keine Cupula von ähnlicher Struktur wie die Maculae acusticae vorgefunden. Dagegen ist die Oberfläche der Gehörwulst (Fig. 7 A) mit einer durchaus nicht zu färbenden, am höchsten Punkt der Wulst 15 μ dicken, etwas glänzenden Substanz helmartig bedeckt, welche durch die Hörhaare weit überragt wird. Wegen ihrer scharfen Grenze und gleichartigen Struktur, sowie wegen ihres Glanzes kann man diese Substanz mit der Cupula nicht für gleichwertig betrachten, viel eher kann man sie für eine sehr mächtig entwickelte Glanzmembran halten, welche KAISER (L. cit.) zuerst aus dem Ohr des Kalbes beschrieben hat; seitdem haben andere diese Beobachtung sowohl am Menschen, als auch an andern Säugetieren bestätigt. Dieselbe Glanzmembran ist auch an den Maculae acusticae der Blindmaus vorhanden, aber kaum 2 μ dick. Die Höhe der Gehörwulst beträgt 150 μ, der Durchmesser des verbreiterten obern Endes aber 96 μ.

Für das Epithel des Sacculus und Utriculus, sowie der häutigen Ampullen ist es charakteristisch, daß es an mehreren Stellen, rings der Maculae acusticae und der Gehörwülste jedoch stets sehr pigmentreich ist (Fig. 7 A).

Der Durchmesser der knöchernen Bogengänge beträgt durchschnittlich 0,4 mm; sie werden durch die häutigen Bogengänge nicht vollständig ausgefüllt, denn der Querdurchschnitt derselben mißt bloß 0,23.

Die Paukenhöhle. Die eigene Substanz der 15—20 μ dicken Schleimhaut, welche die innere Oberfläche der Paukenhöhle bedeckt, ist mit der Knochenhaut eng verwachsen, aus diesem Grunde ist auch sie von derselben nicht scharf abgegrenzt; ihr Epithelüberzug besteht aus flachem Epithel. Das aus hohen Zylinderzellen bestehende Flimmerepithel fehlt auch rings der Tuba-Öffnung.

Der Knorpel, welcher in den Gelenken zwischen den Gehörknöchelchen liegt und die Unebenheiten der Oberfläche ausgleicht, auch das Gelenk in zwei Kammern teilt, wie er aus dem Ohr des Menschen bekannt ist, fehlt bei der Blindmaus. Das faserige Hülsenband umschließt sowohl in dem Gelenk zwischen dem

Hammer und Ambos, als auch in dem zwischen dem Ambos und Steigbügel geräumige Höhlen.

Über die Struktur des ringartigen Ligaments, welches die Verbindung zwischen der Steigbügelplatte (Fig. 5 B) und dem Foramen ovale vermittelt, ist zu erwähnen, daß ihre Fasern sowohl an der gegen die Paukenhöhle als auch der gegen den Vorhof gekehrten Oberfläche dichter gruppiert sind als in der Mitte, wo sie so dünn und so losen Gefüges sind, daß sie bei

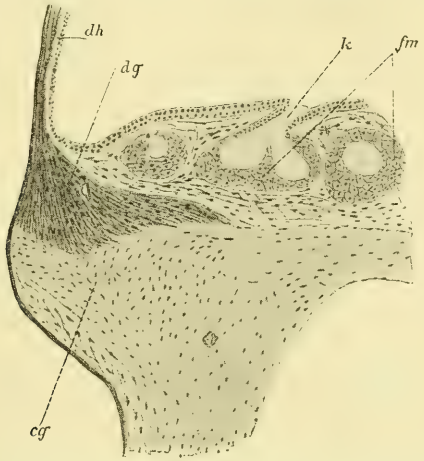


Fig. 8. Teil des äußern Gehörganges in der Nähe des Trommelfells: *fm* = Talgdrüsen; *k* = geräumige Anleitungsröhre einer Talgdrüse; *dg* = Ligament des Trommelfellringes; *dh* = Trommelfell; *cg* = knochiger Trommelfellring. Vergrößerung: Reichert. oc. 2, obj. 3.

schwacher Vergrößerung ein der synovialen Höhle gleiches Bild sehen lassen. Die Breite dieses ringartigen Ligaments beträgt 100 μ, seine Dicke hingegen 120 μ.

Die Fasern des Ligaments (Fig. 6 A), welche den kürzern Stiel des Ambos an die hintere obere Wandung der Paukenhöhle befestigen, haben einen radialen Verlauf, d. i. sie entspringen an der Oberfläche der fingerförmigen Vertiefung und reichen bis zum Ende des kürzern Ambosstieles. Dies Ligament zeigt keinerlei Muskelelement und besteht ausschließlich aus steifen Fasern.

Die Gelenkoberfläche der Gehörknöchelchen ist durchaus mit hyalinem Knorpel bedeckt, anderwärts erscheint dasselbe nur zer-

streut, in kleinern oder größern Inseln, z. B. am Ende des kurzen Ambosstieles, an der Basallippe des Steigbügels und stellenweise an der dem Vorhof zugekehrten Oberfläche des letztern, sowie am untern Ende des Hammerstieles.

Die Muskeln der Gehörknöchelchen — wie bereits in der Einleitung erwähnt — fehlen gänzlich.

Das Trommelfell hat in der Quere 3,2 mm, in senkrechter Richtung dagegen 4 mm Durchmesser, ist somit eiförmig; seine Dicke beträgt 30 μ, allein dort, wo es mit dem Stiel des Hammers zusammenhält (Fig. 7 B) zufolge der Anwachsung der eigenen Substanz 80 μ. Der als Angangspunkt der eigenen Substanz dienende Fasernring (Fig. 8 *dg*) ist reich an Zellenkernen und heftet sich breit dem knochigen Trommelfellring an (*cg*).

Die Basis des äußern Gehörganges wird durch drei ringförmige Knorpel gebildet, deren äußerster die Form eines vollständigen Ringes aufweist, während die beiden andern nicht gänzlich geschlossen sind; allein auch ersterer bildet nur dadurch einen vollständigen Ring, daß sich die beiden freien Enden übereinander legen.

Die Ringe liegen übereinander, sind mit faserigen Ligamenten verbunden und werden innen durch die verfeinerte Fortsetzung desselben ausgespannt; in letzterer finden sich bloß Talgdrüsen (Fig. 8 *fm*), die sich bis zum Trommelfell erstrecken, dagegen fehlen die Ohrenfettdrüsen. Die Behaarung zieht sich bis zum innern Rand der Knorpelringe herab. Die Haare stehen aufrecht an der Wandung des Gehörganges und sind so lang, daß sich ihre Spitzen im Mittelpunkt treffen. An im Wasser faulenden Schädeln sind die Haare häufig so verworren, daß der Eingang des Gehörganges verknöchert erscheint.

Die Höhle des äußern Gehörganges hat am Eingang bloß einen Durchmesser von 0,34 cm, weiter unten gegen das Trommelfell aber bereits 0,43 cm.

9.

EXPERIMENTELLE DARSTELLUNG DER GESETZE DER INTERFERENZ POLARISIERTEN LICHTES.*

Von Dr. I. FRÖHLICH, Professor der Physik an der Universität Budapest.

Inhaltsübersicht.

Seite

§ 1. Erfahrungsgemäße Gesetze der Interferenz linearpolarisierten Lichtes 161

§ 2. Bedeutung dieser Gesetze. Zweck vorliegender Mitteilung. Bemerkung 162

I. Kurze Zusammenfassung der ersten Versuche.

§ 3. Die ersten Versuche Fresnels und Aragos. Verifizierung des ersten Gesetzes bei Benutzung linearpolarisierten Lichtes 163

§ 4. Verifizierung des zweiten Gesetzes mittels doppelter Brechung zweier Kalkspatrhomboeder. 164

§ 5. Verifizierung des ersten und des zweiten Gesetzes mittels zwei äquivalenten Glimmersätzen 165

§ 6. Indirekte Methode zum Nachweise des ersten und des zweiten Gesetzes mittels einer Gipsplatte 166

§ 7. Verifizierung der ersten zwei Gesetze mittels zwei äquivalenten Gipsplatten 169

---

* Gelesen und mit Versuchsapparaten vorgezeigt in der ordentlichen Vortragssitzung der „Mathematikai és Physikai Társaság“ (Mathematische und Physikalische Gesellschaft) vom 6. November 1902. — Die Versuche der §§ 23—26 mit elektrischem Lichte und mit Sonnenlicht einem großen Auditorium durch Autopsie vorgeführt in der Vortragssitzung der General(Jahres)-versammlung dieser Gesellschaft am 3. Mai 1903. Seitdem vielfach zu Vorlesungszwecken verwendet und zwar stets mit unbedingt sicherem Erfolg. — Vorliegende Mitteilung erschien in ungarischer Sprache in „Mathematikai és Physikai Lapok“ (Mathematische und Physikalische Zeitschrift, Organ der erwähnten Math. und Phys. Gesellschaft) Bd. 11, p. 361—380; Bd. 12, p. 89—118, Budapest 1902, 1903.

§ 8. Nachweis des dritten Gesetzes mittels der Glimmersätze und des Kalkspat-Analysators 170
§ 9. Verifizierung des vierten Gesetzes mittels Kalkspat-Polarisators, Gipsplatte und Kalkspat-Analysators 171
§ 10. Feststellung des fünften Gesetzes mittels Kalkspat-Polarisators, Gipsplatte und Quarzplatte oder Gipsplatte 173
§ 11. Andere Form des Nachweises des vierten und des fünften Gesetzes mittels der Glimmersätze 174
§ 12. Bemerkungen zu den Fresnel-Aragoschen Versuchen; Unvollkommenheiten derselben 175

II. Neuere Versuche zum Nachweise der ersten zwei Gesetze. Bemerkungen.

§ 13. Verifizierung des ersten und des zweiten Gesetzes mittels äquivalenter Turmalinplatten. G. Stokes 177
§ 14. Verifizierung der ersten zwei Gesetze mittels zwei äquivalenten Quarz- oder Gipsplatten. La Roux. É. Mascart 178
§ 15. Verifizierung der ersten zwei Gesetze mittels zwei äquivalenten Kalkspatstücken, mit Youngs Doppelspalte oder mit Jamins Interferentialrefraktor. W. Voigt 180
§ 16. Bemerkungen zu den Methoden von G. G. Stokes, La Roux, É. Mascart und W. Voigt; deren Unvollkommenheiten 181
§ 17. Über einen Versuch mittels doppelt brechender Platte, der scheinbar zum Nachweise des zweiten Gesetzes geeignet ist. Bemerkungen 184

III. J. Stefans und E. Machs Versuche: Verifizierung aller Gesetze. Bemerkungen.

§ 18. Josef Stefans Experimente mit dem Doppelquarz. Interferenz verschiedenartig elliptisch polarisierten Lichtes 186
§ 19. Versuchsanordnung von E. Mach und W. Rosicky mit dem Doppelquarz und dem Spektroskop. Nachweis der ersten zwei Gesetze . 188
§ 20. Fortsetzung: Nachweis des dritten und des vierten Gesetzes. . . 191
§ 21. Fortsetzung: Nachweis des fünften Gesetzes 193
§ 22. Bemerkungen zu Stefans und Machs Versuchen: Die Erscheinungen sind sehr kompliziert. Machs objektive Darstellung 196

IV. Einfachste, Gegenproben unterziehbare, präzise Darstellung der Arago-Fresnelschen Gesetze.

§ 23. Notwendige und genügende Erfordernisse einer einwandfreien Verifizierung. Vermeidung alles Überflüssigen. Kurze Angabe der nötigen Hilfsmittel 198
§ 24. Beschreibung der neuen Anordnung: Erfüllung der ersten und der

dritten Forderung mittels Fresnels Zweispiegel und einem großen Achromaten 200
§ 25. Fortsetzung: Erfüllung der übrigen Forderungen. Die benutzten Polarisationsprismen und deren geeignete Montierung 203
§ 26. Einfache, einwandfreie Darstellung der Arago-Fresnelschen Gesetze. I. und II.: Erstes und zweites Gesetz. III. a) und b): Drittes Gesetz. IV. und V.: Viertes und fünftes Gesetz 208

V. Verallgemeinerung: Einfache experimentelle Darstellung der Interferenz beliebig polarisierter Lichtstrahlen.

§ 27. Babinets Kompensator als einfaches Hilfsmittel zur Herstellung beliebig polarisierter Strahlen 212
§ 28. Anwendung von Babinets Kompensator mit der neuen Versuchsanordnung zur Interferierung beliebig polarisierter Strahlen . . . 217
§ 29. Darstellung des allgemeinsten Falles der Nicht-Interferenz: Die in entgegengesetzten, konjugierten Ellipsen polarisierten Strahlen. Analyse des Resultates 219
§ 30. Scheinbares optisches Paradoxon. Ergänzungen und Schlußbemerkungen 223

§ 1. Erfahrungsgemäße Gesetze der Interferenz linearpolarisierten Lichtes.

A. Fresnel und Fr. Arago stellten in den Jahren 1816 und 1819 die Gesetze fest, nach welchen linearpolarisierte Lichtstrahlen interferieren*; dieselben sind die folgenden:

I. Lichtstrahlen, die in zueinander parallelen Ebenen polarisiert sind, interferieren wie gewöhnliche, unpolarisierte (natürliche) Lichtstrahlen.

* Man sehe z. B. Fr. Arago, Oeuvres complètes, T. X, Paris (Erste Ausgabe 1858), p. 148, 149. — A. Fresnel, Oeuvres complètes, T. I, Paris 1866, p. 521, 522. — Ferner W. Herschel, Vom Licht, übersetzt von E. Schmidt, Stuttgart und Tübingen 1831, p. 521—535. — É. Mascart, Traité d'Optique, T. I, Paris 1889, p. 533; F. Neumann, Vorlesungen über theoretische Optik, herausgegeben von E. Dorn, Leipzig 1885, p. 123. — P. Drude, Lehrbuch der Optik, Leipzig 1900, p. 228; zweite Auflage, 1906, p. 233. — W. Voigt, Kompendium der theoretischen Physik, Bd. II, Leipzig 1896, p. 538, 539. — A. Winkelmann, Handbuch der Physik Bd. II, Breslau 1894, p. 631 — 633 (Referent P. Drude); zweite Auflage, Bd. VI_2, Breslau 1906, p. 1128, 1129 (Referent P. Drude).

II. Lichtstrahlen, die in zueinander senkrechten Ebenen polarisiert sind, interferieren nicht.

III. Aus einem unpolarisierten (natürlichen) Lichtbündel entstandene, zueinander senkrecht polarisierte zwei Lichtstrahlen interferieren selbst dann nicht, wenn dieselben auf eine und dieselbe Polarisationsebene zurückgeführt werden.

IV. Aus einem polarisierten Lichtbündel entstandene, zueinander senkrecht polarisierte zwei Lichtstrahlen interferieren, wenn dieselben auf eine und dieselbe Polarisationsebene zurückgeführt werden.

V. In letzterem Falle ergibt die Interferenz dieser Strahlen einen hellen oder einen dunklen Mittelstreifen, jenachdem die letzte Polarisationsebene zur ersten Polarisationsebene parallel oder senkrecht liegt.

§ 2. Bedeutung dieser Gesetze. Zweck vorliegender Mitteilung. Bemerkung.

Die angeführten Gesetze sind im Komplexe der Erscheinungen polarisierten Lichtes von der größten Wichtigkeit. Einesteils bilden sie den Schlüssel zum Verständnis der so verschiedenartigen Phänomene, welche Kristallplatten im polarisierten Lichte zeigen. Andernteils folgt in bezug auf unsere Auffassung des polarisierten und des unpolarisierten Lichtes aus den ersten zwei Gesetzen mit zwingender Notwendigkeit, daß der Vektor des linearpolarisierten Strahles längs einer zur Fortpflanzungsrichtung des Lichtstrahles senkrechten Geraden liegt, welche entweder in dessen Polarisationsebene oder senkrecht dazu liegen muß.

Es ist demnach sehr wünschenswert, daß die oben angeführten Gesetze mittels einfacher, direkter Versuche in einwandfreier Weise und in solcher Form verifiziert werden können, daß mittels derselben selbst der Anfänger sich von der Richtigkeit dieser Gesetze unmittelbar überzeugen könne.

Ich gebe daher im folgenden eine zusammenfassende kurze Übersicht und Würdigung der bisher bekannten hierhergehörigen Versuche, und weise nach, daß fast alle derselben ganz wesentlichen Einwänden ausgesetzt und daher sehr verbesserungs-

bedürftig sind. Hierauf beschreibe ich eine solche experimentelle Anordnung, die zum erwähnten Zwecke vollkommen geeignet ist und keine der Unvollkommenheiten der bis jetzt gebräuchlichen Darstellungsweisen besitzt.

Im Anschlusse dazu demonstriere ich einen einfachen allgemeinen Vorgang zur Herstellung der Interferenz beliebig polarisierten Lichtes. —

Bemerkung. Noch sei mir hier die Bitte gestattet, der Leser möge diese Mitteilung nicht mit dem Maßstabe beurteilen, den man an eine selbständige Forschungsarbeit anzulegen berechtigt ist, sondern sie als eine teils historisch-kritische, teils didaktische Mitteilung auffassen, deren Endzweck eben die erreichte einfache experimentelle Verifizierung der erwähnten Gesetze ist.

I. Kurze Zusammenfassung der ersten Versuche.

§ 3. Die ersten Versuche. Verifizierung des ersten Gesetzes bei Benutzung linearpolarisierten Lichtes.

Es scheinen Fr. Arago und A. Fresnel die ersten Physiker gewesen zu sein, die sich mit den hier betrachteten Experimenten beschäftigten; die wichtigsten ihrer hierher gehörigen Versuche sind die folgenden*:

Sie erwiesen das erste Gesetz einfach in der Weise, daß sie als Lichtquelle jedweder Anordnung, die zur Herstellung be-

* Die Versuche rühren teils von Fr. Arago, teils von A. Fresnel her, teils aber sind sie beiden Physikern gemeinsam; dieselben sind in folgenden Mitteilungen enthalten: 1. Unter Fresnels Namen erschien die Abhandlung „Mémoire sur l'influence de la polarisation dans l'action que les rayons lumineux exercent les uns sur les autres"; A. Fresnel, Oeuvres T. I, Paris 1866, p. 385—409, mit dem Datum vom 30. August 1816; ferner ebendort p. 410—439 mit dem Datum vom 6. Oktober 1816; diese beiden Mitteilungen sind eigentlich die beiden, voneinander etwas verschiedenen Texte einer und derselben Abhandlung. 2. Unter Aragos und Fresnels Namen erschien die Arbeit „Mémoire sur l'action, que les rayons de lumière polarisée exercent les uns sur les autres", *Annales de Chimie et Physique*, 2e serie, T. X, cahier de Mars 1819, p. 288—305; Fr. Arago, Oeuvres complètes T. X, Paris (erste Ausgabe 1858), p. 132—149; A. Fresnel, Oeuvres T. I, p. 509—522.

liebiger Interferenzerscheinungen dienen sollte, stets linearpolarisierte Lichtstrahlen mit parallelen Polarisationsebenen benutzten: die Interferenzeigenschaften der entstandenen Erscheinungen blieben dieselben wie die im unpolarisierten (natürlichen) Lichte.

§ 4. Verifizierung des zweiten Gesetzes mittels doppelter Brechung zweier Kalkspatrhomboeder.

FRESNEL* stellte mittels Durchschnittes eines Kalkspatrhomboeders zwei gleiche Kalkspatstücke R_1 und R_2 mit parallelen Flächen her und stellte sie hintereinander in der Weise auf, daß ihre Hauptschnitte senkrecht zueinander waren, Fig. 1. Hierauf ließ er aus einer punktförmigen Lichtquelle S ein Bündel nahezu paralleler unpolarisierter Strahlen auf diese Kalkspate fallen und untersuchte nun in dem gemeinsamen Raume der durchgegangenen Strahlen das etwa entstandene System der Interferenzstreifen.

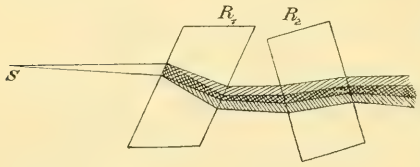


Fig. 1.

Bei dieser Anordnung zerfiel das auf den ersten Kalkspat R_1 fallende Bündel in den ordinären und extraordinären Strahl, die auch örtlich voneinander getrennt fortschreiten. Nach dem Auftreffen auf den zweiten Kristall schreitet nun der erste Strahl, unter Beibehaltung seiner Polarisationsebene, als extraordinärer Strahl in diesem Kristall fort und tritt in solcher Eigenschaft aus demselben aus; der zweite Strahl hingegen schreitet im zweiten Kristall R_2, ebenfalls unter Beibehaltung seiner Polarisationsebene, als ordinärer Strahl fort und tritt als ebensolcher aus diesem Kristall aus.

Da nun die Dicke der beiden Kristalle einander gleich war, so war auch die optische Weglänge der beiden austretenden, zueinander senkrecht polarisierten Strahlen sehr nahezu einander gleich, das ist, der relative Gangunterschied der beiden Strahlen war infolge der getroffenen Anordnung fast vollständig kompensiert; trotz dieses Umstandes konnte keine Interferenz beobachtet werden. Daraus schloß FRESNEL auf das zweite Gesetz.

* A. FRESNEL, Oeuvres, T. I, l. c. p. 413.

§ 5. Verifizierung des ersten und des zweiten Gesetzes mittels zwei äquivalenten Glimmersätzen.

Fr. Arago* versuchte, unabhängig von der Doppelbrechung, die ersten zwei Gesetze in der Weise zu beweisen, daß vorerst Strahlen, die in zueinander parallelen Ebenen polarisiert sind, zur Interferierung gebracht würden. Hierauf sollte die Polarisationsebene eines dieser Strahlen, um den Strahl selbst, als Drehungsachse, ohne Phasenänderung gedreht werden, sodaß infolge dieser Drehung die Interferenzstreifen immer schwächer würden, bis dieselben schließlich, wenn die Polarisationsebenen der beiden Strahlen zueinander senkrecht sind, gänzlich verschwänden.

Zu diesem Zwecke wählte er mit A. Fresnel zusammen fünfzehn kleine dünne Glimmerplättchen mit Sorgfalt aus; die-

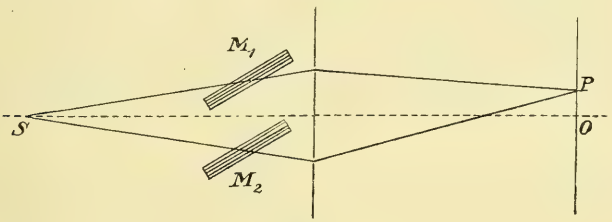


Fig. 2.

selben wurden nun gleichgerichtet aufeinander geschichtet und der so hergestellte Glimmersatz in der Mitte entzwei geschnitten; dadurch entstanden also zwei solche Glimmersäulen, die in optischer Beziehung als zueinander äquivalent betrachtet werden konnten. Ihre Haupteigenschaft bestand darin, daß sie aus unpolarisiertem Licht, welches unter dem Winkel von etwa 60^0 auf diese Sätze fiel, beim Durchgange durch dieselben in genügender Weise linearpolarisiertes Licht herstellten.

Nun wurden diese Glimmersäulen M_1 und M_2, Fig. 2, unter dem erwähnten Neigungswinkel in solcher Weise vor zwei einander nahe liegende enge Spaltöffnungen eines undurchsichtigen Schirmes befestigt, daß sie um die Längsrichtung der sie durchdringenden Bündel drehbar waren; ferner, daß der durch den einen Glimmersatz polarisierte Strahl nur durch die eine Spaltöffnung, der durch den

* Vgl. z. B. A. Fresnel, l. c. p. 414—416 und 514.

andern Satz polarisierte Strahl nur durch die andere Öffnung dringen konnte.

Fallen nun Strahlen einer in geeigneter Entfernung befindlichen punktförmigen, unpolarisierten Lichtquelle S auf die beiden Glimmersätze, so gelangen die Strahlen durch dieselben linearpolarisiert auf die Spaltöffnungen und erleiden dort beim Durchgang durch die Spalten Beugung. Diese gebeugten Strahlen interferierten nun und bildeten ein YOUNGsches Interferenzstreifensystem, wenn ihre Polarisationsebenen zueinander parallel waren; hingegen zeigten sie keine Interferenz, sondern nur Beugung, wenn diese Ebenen senkrecht zueinander lagen.

Indes sagt FRESNEL selbst*, daß die Streifen in der ersten Hauptlage sehr unregelmäßig, sehr vielfach und nach den verschiedensten Richtungen hin gebogen erschienen, wahrscheinlich teils wegen der kleinen Unvollkommenheiten und Ungleichheiten der Glimmersätze, teils weil die optischen Achsen der einzelnen, doppelt brechenden Glimmerplatten im Satze nicht genau gleichgerichtet waren.

§ 6. Indirekte Methode zum Nachweise des ersten und des zweiten Gesetzes mittels einer Gipsplatte.

Am selben Tage, an dem ARAGO und FRESNEL die oben im § 5 beschriebenen Versuche mit den Glimmersätzen anstellten, erdachte A. FRESNEL** eine indirekte Methode zur Verifizierung des zweiten Gesetzes.

Er setzte nämlich vor die beiden engen Spaltöffnungen, die zur Herstellung des YOUNGschen Interferenzversuches dienen sollten, ein durchsichtiges Gipsplättchen gg, Fig. 3; die durch dieses hindurchgehenden, ursprünglich unpolarisierten Strahlen zerfielen infolge der Doppelbrechung in Strahlen beider Gattungen, nämlich in zueinander senkrecht polarisierte ordinäre und extraordinäre Strahlen; dieselben können also, nach eingetretener Beugung, den Umständen gemäß interferieren.

Man bezeichne nun, dem gewöhnlichen Gebrauch gemäß, die aus der ersten Spaltöffnung austretenden, gebeugten ordentlichen

* A. FRESNEL, l. c. p. 389 und 416.

** A. FRESNEL, l. c. p. 516.

und außerordentlichen Strahlen mit o_1 und e_1; ebenso die aus der zweiten Öffnung austretenden ebensolchen Strahlen beziehentlich mit o_2 und e_2; die hier möglichen Interferierungen sind nun die folgenden:

Es kann interferieren o_1 und o_2, e_1 und e_2, o_1 und e_2, o_2 und e_1; eventuell könnte auch o_1 und e_1, ferner o_2 und e_2 miteinander interferieren.

Fresnels Gedankengang ist nun folgender:

oo) Da die Strahlen o_1 und o_2 im Kristall (nämlich in der Gipsplatte) gleiche Wege durchlaufen haben und ihre Polarisationsebenen zueinander parallel sind, so werden diese Strahlen ein solches Interferenzstreifensystem erzeugen, welches zur auf die

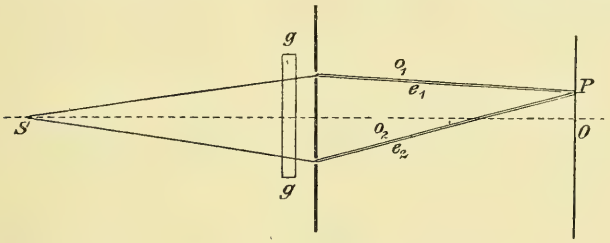


Fig. 3.

Ebene der Zeichnung senkrechten Symmetrieebene SO zentral und symmetrisch liegt, dessen mittleres Maximum also in O fällt. Die Streifen selbst sind senkrecht zur Ebene der Zeichnung.

ee) Ein ebensolches, ebenso gelegenes Streifensystem erzeugen auch die Strahlen e_1 und e_2; denn auch diese haben im Kristall (im Gips) zueinander gleiche Wege durchlaufen und auch ihre Polarisationsebenen sind zueinander parallel.

Diese Streifensysteme $o_1 o_2$ und $e_1 e_2$ decken einander räumlich so, daß Lichtmaximum auf Lichtmaximum, Lichtminimum auf Lichtminimum fällt, daß also deren algebraische und örtliche Übereinanderlagerung ein doppelt intensives Interferenzsystem ergibt. Die Strahlen $o_1 o_2$ und die Strahlen $e_1 e_2$ sind jedoch immer zueinander senkrecht linearpolarisiert.

oe) Anders müßten sich solche Strahlenpaare verhalten, deren ein Strahl ein ordentlicher, deren anderer ein außerordentlicher Strahl ist.

Die Strahlen o_1 und e_2 sind zueinander senkrecht polarisiert; dieselben haben im Kristall (im Gips) ungleiche optische Wegelängen durchlaufen und wenn sie miteinander interferieren könnten, würden sie ein solches Streifensystem erzeugen, dessen Mittellinie nicht durch O ginge, sondern seitwärts davon, jedoch ebenfalls senkrecht zur Ebene der Zeichnung läge.

Ebenso sind die Strahlen o_2 und e_1 senkrecht zueinander polarisiert, auch sie haben im Kristall (im Gips) ungleiche optische Wegelängen durchlaufen, und wenn sie miteinander interferieren könnten, würden sie ein solches Streifensystem erzeugen, dessen Mittellinie auf der andern Seite von O, ebenfalls senkrecht zur Ebene der Zeichnung läge.

Man könnte noch die Strahlen o_1 und e_1 und die Strahlen o_2 und e_2 miteinander kombinieren; aber davon erwähnen die genannten beiden Physiker nichts, weil sie nur die Interferenz je solcher zwei Strahlenbündel betrachten, deren eines aus der ersten, deren anderes aus der zweiten Spaltöffnung in gebeugter Weise austritt.

Es würden also die Kombinationen o_1 mit e_1 und o_2 mit e_2 eine Interferenz der erwähnten Strahlenpaare in der ersten Öffnung für sich allein, beziehungsweise in der zweiten Öffnung für sich allein bedeuten.

Aber die Beobachtung ergab, daß nur die beiden übereinander gelagerten, räumlich identischen Interferenzsysteme $o_1 o_2$ und $e_1 e_2$ sichtbar waren, und zwar scheinbar als ein System, dessen Intensität und Streifenintervall von der Dicke der Kristallplatte und von deren Neigung gegen den einfallenden Strahl unabhängig war.

Die Systeme $o_1 e_2$ und $o_2 e_1$ zeigten sich nirgends; ebensowenig konnte eine Interferenz von o_1 mit e_1 in der Beugungserscheinung der ersten Spaltöffnung für sich, oder die Interferenz von o_2 mit e_2 in der Beugungserscheinung der zweiten Spaltöffnung für sich beobachtet werden.

Man kann daher aus diesen Erfahrungen indirekt schließen, daß die in zueinander parallelen Ebenen polarisierten Strahlen miteinander interferieren und zwar wie unpolarisierte Strahlen; die in zueinander senkrechten Ebenen polarisierten Strahlen jedoch überhaupt nicht.

§ 7. Verifizierung der ersten zwei Gesetze mittels zwei äquivalenten Gipsplatten.

Zur Erhärtung obiger Schlußfolgerung (letzter Abschnitt des § 6) zerschnitten die genannten Physiker die Gipsplatte gg, Fig. 3 S. 167, in zwei optisch äquivalente Hälften g_1 und g_2, deren eine die eine Öffnung, deren andere die andere Öffnung deckte, Fig. 4.

War nun die Lage der Plättchen g_1 und g_2 eine solche, daß deren optische Achsen zueinander parallel gerichtet waren, so entstand die im vorigen Paragraphen beschriebene Erscheinung, selbst dann, wenn die Plättchen zwar parallel, aber nicht in derselben Ebene lagen. Waren sie jedoch in ihren Ebenen gegeneinander um 90° verdreht, dann verschwand das mittlere zentrale Streifen-

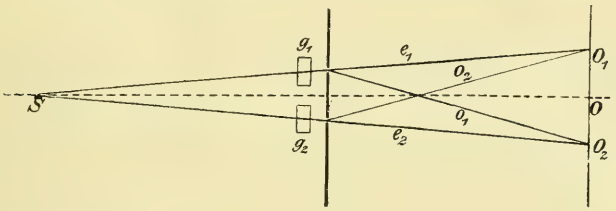


Fig. 4.

system und es traten die in § 6 erwähnten, aber bei der dort benutzten Einrichtung nicht entstehenden seitlichen zwei Systeme mit den Mittellinien O_1 und O_2 auf, welche aus den Strahlen e_1 mit o_2 und o_1 mit e_2 entstehen, Fig. 4.

Man kann diese Erscheinung, der im vorigen Paragraphen erwähnten Auffassung gemäß, so interpretieren, daß bei der gegenwärtigen Anordnung die durchgehenden Strahlen infolge dieser Verdrehung zwar keine merkliche Phasenänderungen erleiden, aber die Polarisationsebenen der Strahlen o_1 und o_2, ebenso wie diejenigen von e_1 und e_2 sind nun zueinander senkrecht geworden und diese Strahlen interferieren miteinander nicht, können also auch keine Interferenzsysteme erzeugen. Hingegen sind nun die Polarisationsebenen der Strahlen o_1 und e_2 zueinander parallel, ebenso diejenigen der Strahlen o_2 und e_1; demnach bilden o_1 mit e_2 und o_2 mit e_1 die beiden seitlichen, nun wirklich entstehenden und beobachtbaren Interferenzsysteme.

Das Verhalten der Strahlen o_1 und e_1 zueinander, ebenso wie das der Strahlen o_2 und e_2 zueinander ist dasselbe wie im vorigen Paragraphen.

Wenn man aber die beiden Gipsplättchen in ihren Ebenen aus ihrer ersten, zueinander optisch parallelen Lage nun gegenseitig um 45° zueinander verdreht, dann treten alle drei Streifensysteme auf einmal auf, denn dann sind die Polarisationsebenen der einzelnen Komponenten der vier Paare o_1, o_2; e_1, e_2; o_1, e_2; o_2, e_1 zueinander weder parallel noch senkrecht.

Mittels dieser Erfahrungen erhärteten Fr. Arago und A. Fresnel die ersten zwei Gesetze.

§ 8. Nachweis des dritten Gesetzes mittels der Glimmersätze und des Kalkspatanalysators.

Nach Aragos Konzeption* wiesen die genannten zwei Forscher das dritte Gesetz in der Weise nach, daß sie in der in § 5 beschriebenen Anordnung, Fig. 2 S. 165, vorerst die beiden Glimmersätze um ihre durchgehenden Strahlen als Drehungsachsen so zueinander verdrehten, daß deren Polarisationsebenen senkrecht zueinander lagen; nun wurde vor das in O befindliche Auge des Beobachters ein Kalkspatrhomboeder gebracht, durch das also alle ins Auge gelangenden Strahlen zu dringen hatten; der Hauptschnitt des Rhomboeders bildete 45° mit den Polarisationsebenen der Glimmersätze.

Der Kalkspat zerlegte die aus der ersten Spaltöffnung tretenden Strahlen in die Bündel o_1 und e_1; die aus der zweiten Öffnung tretenden in die Bündel o_2 und e_2; die Intensität dieser Bündel war eine untereinander nahezu gleiche, während die Polarisationsebenen von o_1 und o_2 zueinander, ebenso diejenigen von e_1 und e_2 zueinander parallel waren; hingegen waren die ersten beiden Ebenen senkrecht auf die letzten beiden.

Nun zeigte die Beobachtung keine Spur eines Interferenzsystems: man kann daraus schließen, daß die aus dem ursprünglich unpolarisierten Lichte entstandenen, durch die Glimmersätze senkrecht zueinander polarisierten zwei Lichtbündel, selbst nachdem dieselben durch den Kalkspat auf die beiden, in derselben

* Fr. Arago, l. c. p. 143—144.

Polarisationebene o liegenden Komponenten o_1 und o_2 zurückgeführt wurden, nicht interferieren; ebensowenig interferieren dieselben, nachdem sie derselbe Kalkspat auf die beiden, in derselben Polarisationsebene e liegenden Komponenten e_1 und e_2 zurückführte. Hiermit war das dritte Gesetz verifiziert.

(Man kann hier das analysierende Kalkspatrhomboeder auch z. B. durch ein NICOLsches Prisma ersetzen, dessen Hauptschnitt mit den Polarisationsebenen der Glimmersäulen 45° bildet; es können dann nur die Strahlen e_1 und e_2 aus dem Nicol ins Auge treten; dieselben sind hier also auf die Polarisationsebene des Nicols zurückgeführt; irgend eine hierher gehörige Interferenzerscheinung ist jedoch nicht zu sehen.)

§ 9. Verifizierung des vierten Gesetzes mittels Kalkspatpolarisators, Gipsplatte und Kalkspatanalysators.

Die genannten beiden Physiker führten den Nachweis des vierten Gesetzes nach FRESNELs Idee*, indem sie nämlich unter Benutzung der in § 6, Fig. 3 S. 167, beschriebenen Anordnung, das von der punktförmigen Lichtquelle S ausgehende Licht, bevor es auf die Gipsplatte fiel, mittels eines Kalkspatrhomboeders polarisierten; die Gipsplatte selbst war parallel zu ihren optischen Achsen geschnitten (gespalten) und die Halbierungslinie dieser Achsen bildete mit der Polarisationsebene des einfallenden Lichtes 45°.

Nun sind die aus der Gipsplatte tretenden, durch die Spaltöffnungen dringenden Bündel o_1, e_1; o_2, e_2; davon sind die Strahlen o_1 und o_2 zueinander parallel, die Strahlen e_1 und e_2 ebenfalls zueinander parallel polarisiert; jedoch sind die Polarisationsebenen der o-Strahlen parallel zur erwähnten Halbierungsgeraden, während diejenigen der Strahlen e senkrecht zu dieser Geraden sind.

Alle diese Strahlen fielen nun auf einen analysierenden Kalkspat, dessen Hauptschnitt parallel war zur Polarisationsebene des auf die Gipsplatte fallenden Lichtes, also parallel zum Hauptschnitte des Kalkspatpolarisators; der Analysator zerfällte also die oben erwähnten vier Bündel in folgende acht Strahlen:

$$o_1o,\ o_1e;\quad e_1o,\ e_1e;\quad o_2o,\ o_2e;\quad e_2o,\ e_2e.$$

* A. FRESNEL, l. c. p. 518—520.

Die hier benutzte Bezeichnung ist leicht zu verstehen: die Strahlen mit dem Endbuchstaben o sind untereinander und zum Hauptschnitt des analysierenden Kalkspates parallel polarisiert; die Strahlen mit dem Endbuchstaben e sind ebenfalls untereinander parallel, jedoch zum Hauptschnitt des Analysators senkrecht polarisiert.

Nun zeigt aber die Erfahrung, daß bei dieser Versuchsanordnung die Strahlen mit dem Endbuchstaben o miteinander, ebenso daß die Strahlen mit dem Endbuchstaben e ebenfalls miteinander interferieren können.

Es konnten nämlich die von den Bündelpaaren

o_1o und o_2o; e_1o und e_2o; o_1o und e_2o; e_1o und o_2o

erzeugten Interferenzsysteme beobachtet werden; und zwar bilden die ersten zwei Paare zwei räumlich aufeinanderfallende, sich gegenseitig verstärkende Streifen, die zusammen scheinbar ein zentrales Interferenzsystem ausmachen, während die beiden anderen Paare je ein seitliches Streifensystem erzeugen.

In derselben Weise verhalten sich die Bündelpaare

o_1e und o_2e, e_1e und e_2e, o_1e und e_2e, o_2e und e_1e;

die beiden ersten Paare erzeugen hier ebenfalls räumlich aufeinanderfallende, sich addierende zwei Systeme, die zusammen ein intensives zentrales Interferenzsystem bilden; die anderen beiden Paare erzeugen ebenfalls je ein seitliches Streifensystem.

Die Beobachter konnten demnach gleichzeitig alle acht Systeme wahrnehmen, und zwar in der Form von sechs voneinander räumlich getrennten Streifensystemen, da, wie oben erwähnt, die zentralen zwei Systeme der o-Strahlen, ebenso wie die zentralen zwei Systeme der e-Strahlen sich je gegenseitig verstärkend einander decken und somit scheinbar zwei, vom Kalkspatanalysator auch räumlich voneinander getrennte Interferenzsysteme bilden.

Die seitlichen vier Interferenzsysteme erwiesen durch ihr Auftreten das vierte Gesetz.

Anmerkung: In bezug auf die gegenseitige Einwirkung der Strahlen

o_1e und e_1e, o_1o und e_1o, o_2o und e_2o, o_2e und e_2e

findet sich bei Fr. Arago und A. Fresnel keine Erwähnung; für

jedes Paar derselben gelten jedoch hier die bekannten Interferenzerscheinungen einzelner Kristallplatten zwischen zwei gekreuzten Kalkspatrhomboedern.

§ 10. Feststellung des fünften Gesetzes mittels Kalkspatpolarisators, Gipsplatte und Quarzplatte oder Gipsplatte.

Die beiden hier vielgenannten Physiker erwiesen das fünfte Gesetz in der Art, daß sie in der im vorigen Paragraph beschriebenen Anordnung den analysierenden Kalkspat, der wegen seiner starken doppelten Brechung die Strahlen mit dem Endbuchstaben *o* auch gut erkennbar räumlich von den Strahlen mit dem Endbuchstaben *e* trennte, durch eine dünne Gips- oder Quarzplatte ersetzten, deren Doppelbrechung also viel geringer war. Diese Platte zerfällte nun die auf sie fallenden vier Bündel o_1, e_1, o_2, e_2 in der im vorigen Paragraphen erwähnten Weise in die dort erwähnten acht Strahlen, trennte aber die Strahlen mit dem Endbuchstaben *o* räumlich nicht merklich von denjenigen mit dem Endbuchstaben *e*.

Es war demnach von den im vorigen Paragraphen beschriebenen Interferenzsystemen zu erwarten, daß die doppelt zentralen zwei Interferenzsysteme, sich gegenseitig kräftigend, räumlich und algebraisch übereinanderlagern, sodaß sie nur als ein System erscheinen; ebenso daß je zwei der seitlichen vier Systeme aufeinander fallen und sich gegenseitig algebraisch stärken würden. Indes zeigte der Versuch, daß nur ein zentrales System vorhanden war, welches nun aus der Übereinanderlagerung der erwähnten einzelnen vier zentralen Interferenzsysteme entstand; hingegen schienen die seitlichen Systeme verschwunden zu sein.

Diesen letzteren Umstand erklärten die beiden Physiker durch die Überlegung, daß die beiden aus den Strahlenpaaren

$$o_1 o \text{ und } e_2 o, \quad o_1 e \text{ und } e_2 e$$

entstandenen Streifensysteme, welche auf der einen Seite der durch *O* gehenden Mittellinie liegen, eine solche Lage haben, daß die Lichtmaxima des ersten Systems auf die Lichtminima des zweiten

Systems fallen und umgekehrt, so daß die Übereinanderlagerung dieser zwei Systeme eine gleichmäßige Beleuchtung erzeugt.

In derselben Weise verhalten sich diejenigen zwei Streifensysteme, die aus den Strahlenpaaren

$$o_2 o \text{ und } e_1 o, \quad o_2 e \text{ und } e_1 e$$

entstehen und auf der andern Seite der durch O gehenden Mittellinie liegen; auch deren Übereinanderlagerung erzeugt eine gleichmäßige Beleuchtung.

Die hier erwähnten letzten vier Systeme, welche aus den Paaren

$$o_1 o \text{ und } e_2 o, \quad o_1 e \text{ und } e_2 e,$$

ferner aus

$$o_2 o \text{ und } e_1 o, \quad o_2 e \text{ und } e_1 e$$

entstehen, haben die Eigenschaft, daß die Polarisationsebene der mit dem Endbuchstaben o versehenen Systeme parallel sein kann zur Ebene der ersten Polarisation; dann ist die Polarisation der mit dem Endbuchstaben e versehenen Bündel hierzu senkrecht. Es kann aber auch die Polarisationsebene der Systeme o senkrecht sein zur Ebene der ersten Polarisation; dann sind die Systeme e parallel zn dieser Ebene polarisiert.

Die Streifensysteme der Bündel o sind also gegen die Streifensysteme der Bündel e um eine halbe Streifenbreite verschoben; deshalb erzeugt also ihr gleichzeitiges Auftreten zusammen ein gleichmäßig erleuchtetes Feld. Hierdurch erscheint nach ARAGO und FRESNEL das fünfte Gesetz verifiziert.

§ 11. Andere Form des Nachweises des vierten und des fünften Gesetzes mittels der Glimmersätze.

Die beiden Physiker konnten jedoch das vierte und das fünfte Gesetz auch mittels ihres Glimmersatzapparates, § 8 Fig. 2 S. 165, und zwar in einfacherer Weise verifizieren.

Sie polarisierten hierzu etwa vermittels Kalkspates ein von einer punktförmigen Lichtquelle S ausgehendes Lichtbündel, und zwar so, daß nun dessen Polarisationsebene mit der die senkrechte Entfernung und die Normalen der beiden Spaltöffnungen enthaltenden Ebene (also mit der Beugungsebene des YOUNGschen

Doppelspaltes) 45° bildete; im übrigen blieb die Anordnung der Vorrichtung dieselbe wie zum Nachweis des dritten Gesetzes, § 8, nämlich die beiden Glimmersätze waren um ihre durchgehenden Strahlen als Drehungsachsen um 90° gegeneinander verdreht.

Die seitlichen Interferenzsysteme traten infolge der Interferenz der ordentlichen Strahlen miteinander und infolge der Interferenz der außerordentlichen Strahlen miteinander auf und erwiesen somit unmittelbar die Geltung des vierten Gesetzes.

Wenn man schließlich an Stelle des analysierenden Kalkspates, welcher auch hier die ordentlichen Strahlen von den außerordentlichen ebenfalls noch räumlich trennt, eine dünne Gips- oder Quarzplatte setzt, welche diese Strahlen voneinander räumlich nicht merklich trennt, dann läßt sich keinerlei Beugungserscheinung beobachten; damit erwiesen die beiden Physiker gemäß obigen Überlegungen das fünfte Gesetz.

§ 12. Bemerkungen zu den Arago-Fresnelschen Versuchen. Unvollkommenheiten derselben.

Die in den vorhergehenden Paragraphen angeführten Experimente Aragos und Fresnels bieten bei aller Unvollkommenheit ihrer Anordnung und Ausführung doch genügend viele Erfahrungstatsachen, um ihre genialen Veranstalter in die Lage zu versetzen, die nach ihnen benannten Gesetze mit scharfsinniger Logik zu erkennen.

Indes findet man aus der oben detaillierten Beschreibung, daß man gegen diese Versuche folgende meritorische Bemerkungen und Einwände erheben kann:

a) Bei dem im § 4, Fig. 1 S. 164, erwähnten Versuche, nämlich bei dem Nachweise des zweiten Gesetzes mittels doppelter Brechung zweier Kalkspatrhomboeder, fehlt die Gegenprobe und kann auch nicht gemacht werden, nämlich, daß diejenigen zwei Lichtbündel, deren Polarisationsebenen zueinander senkrecht sind und die dort also ersichtlich nicht interferieren können, doch zur Interferenz gebracht werden könnten, wenn man unter Beibehaltung der sonstigen Anordnungen ihre Polarisationsebenen zueinander parallel machen würde. Außerdem können die dort erwähnten

zwei Bündel auch räumlich nur schwierig in befriedigender Weise voneinander getrennt und gesondert untersucht werden; ferner, sobald die Hauptschnitte der beiden Kalkspate nicht senkrecht zueinander sind, treten aus dem zweiten Spate vier Bündel aus, was die Erscheinung überflüssigerweise beträchtlich kompliziert.

b) Bei dem im § 5, Fig. 2 S. 165, beschriebenen Versuche kommt ein einfacher, sehr richtiger Gedanke ARAGOs zur Geltung, denn diese Anordnung ist auch zur Anstellung einer Gegenprobe geeignet; indes leidet der Versuch an einer prinzipiellen Unvollkommenheit und an einem Mangel in der Ausführung: Einesteils muß nämlich bemerkt werden, daß bei der dort benutzten YOUNGschen Anordnung der zwei beugenden Spaltöffnungen nicht die ungebeugt durch diese dringenden Strahlen interferieren, sondern die durch dieselben gebeugten; andrerseits polarisieren die dort verwendeten Glimmersätze das durchgehende Licht nur unvollkommen, außerdem sind die einzelnen Blättchen durchaus keine vollkommen planparallelen Platten. Letztere ganz beträchtliche Unvollkommenheit erkannte schon FRESNEL* an.

c) Die im § 6, Fig. 3 S. 167, beschriebene Methode ist erstens, wie auch schon ihre Urheber bemerkten, keine direkte; zweitens ist hier wieder die YOUNGsche Anordnung in Verwendung, nämlich die Interferenz gebeugter Strahlen; außerdem erscheinen gleichzeitig vier Strahlenbündel im Sehfelde und das beobachtbare Interferenzsystem, welches als ein Streifensystem erscheint, besteht aus übereinandergelagerten zwei gleichen Systemen, die ohne Hinzuziehung neuer Polarisationsmittel voneinander nicht getrennt und nicht gesondert untersucht werden können.

d) Der im § 7, Fig. 4 S. 169, beschriebene Versuch mit den zwei Gipsplättchen arbeitet ebenfalls mit vier Strahlenbündeln, benutzt ebenso die YOUNGsche Anordnung der Interferenz gebeugten Lichtes und zeigt drei Streifensysteme, von welchen die beiden seitlichen Systeme auf stets hellem Hintergrunde erscheinen.

e) Die in § 8 beschriebene Methode zum Nachweise des dritten Gesetzes zeigt die hier unter b) erwähnten Unvollkommenheiten, zu welchen noch die vier Strahlenbündel, und zwar in durchaus nicht vereinfachender Weise treten.

* A. FRESNEL, l. c. p. 516.

f) In bezug auf den in § 9 erörterten Versuch zum Nachweise des vierten Gesetzes gelten die hier unter c) gemachten Bemerkungen; hierzu kommen die acht Strahlenbündel und die aus deren Interferenz entstehenden, als sechs verschiedene Streifensysteme sichtbaren Erscheinungen; es ist daher das ganze Phänomen ziemlich kompliziert.

g) Die in § 10 erwähnte Anordnung zum Nachweise des fünften Gesetzes ist den unter f) erwähnten Bemerkungen unterworfen, jedoch mit der beträchtlichen Komplizierung, daß nun vier räumlich gleiche Interferenzsysteme sich übereinanderlagern und sich algebraisch verstärken, während von den übrigen vier Streifensystemen je zwei und zwei sich gegenseitig optisch, wenigstens für das Auge des Beobachters neutralisieren.

h) Schließlich gelten in bezug auf die im § 11 beschriebene Methode zum einfacheren Nachweise des dritten und vierten Gesetzes, die im Punkt e) hier erwähnten Bemerkungen, und zwar mit der Ergänzung, daß mittels dieser Anordnung das vierte Gesetz direkt, das fünfte indirekt verifiziert wird. —

i) Alle Experimentatoren und Beobachter, welche diese Versuche in deren oben beschriebener Anordnung wiederholten, mußten ohne Ausnahme anerkennen, daß die Herstellung dieser Erscheinungen heikel und schwierig, und daß ihre Interpretierung kompliziert sei.

Neuere Versuche zum Nachweise der ersten zwei Gesetze. Bemerkungen.

§ 13. Verifizierung des ersten und des zweiten Gesetzes mittels äquivalenter Turmalinplatten. G. Stokes.

Zur Vermeidung der oben, § 12, angedeuteten experimentellen Unvollkommenheiten und Komplikationen, hauptsächlich aber zum präzisen Nachweise, auch eventuell zur Verallgemeinerung dieser Gesetze unternahm man während des verflossenen Jahrhunderts verschiedene Versuche. Von denjenigen, die sich nur auf die Verifizierung der ersten zwei Gesetze beschränkten, zählen wir die folgenden auf:

In einer seiner wichtigen Abhandlungen sagt G. G. STOKES*: Zwei unpolarisierte Lichtbündel, die einer gemeinsamen Lichtquelle entstammen, die nahe nebeneinander einhergehen, mögen eine Interferenzerscheinung erzeugen. Man schneide nun eine sorgfältig planparallel geschliffene Turmalinplatte in der Mitte entzwei und bringe ihre beiden Hälften in den Weg der beiden Lichtbündel, und zwar so, daß je ein Bündel durch je eine solche Platte hindurchgehe.

Die Beobachtung zeigt nun, daß in dem Falle, wenn die beiden Turmalinplatten optisch parallel orientiert sind, also die Polarisationsebenen der aus ihnen tretenden Strahlen zueinander parallel sind, das Streifensystem der Interferenz vollkommen scharf entsteht; dreht man aber eine Platte um den durchgehenden Strahl als Drehungsachse, also in ihrer eigenen Ebene, so werden die Streifen immer schwächer und verschwinden schließlich, indem sie in eine gleichförmige Beleuchtung übergehen, wenn die Polarisationsebenen der aus den Platten tretenden Bündel zueinander senkrecht sind.**

Denselben Vorgang erwähnt G. B. AIRY*** und P. DRUDE.†

§ 14. Verifizierung der ersten zwei Gesetze mittels zwei äquivalenten Quarz- oder Gipsplatten. LA ROUX. É. MASCART.

I. Hierher gehört auch LA ROUX' Vorgang und Apparat††; derselbe besteht im wesentlichen aus zwei zur optischen Achse parallel geschnittenen, planparallelen Quarzplatten; eine von ihnen ist um die Sehachse drehbar. Nun läßt man mittels eines Inter-

* G. G. STOKES, On the Composition and Resolution of Streams of Polarized Light from different Sources. *Transactions of the Cambridge Philosophical Society,* Vol. IX, p. 399 (datiert vom 16. Februar und vom 15. März 1852); auch G. G. STOKES, Mathematical and Physical Papers, Vol. III, Cambridge 1901, p. 233—258.

** G. G. STOKES, l. c. § 20, p. 254.

*** G. B. AIRY, Undulatory Theory of Optics, New Edition, p. 88 u. 89, London 1877.

† P. DRUDE, l. c. (Lehrbuch der Optik) p. 228 bezw. p. 233.

†† PH. PELLIN-DUBOSCQ, Instruments d'Optique et de Précision, IVme fascicule, Paris 1900, p. 12 u. 13, No. 14.

ferenzapparates aus einer gemeinsamen Lichtquelle zwei Lichtbündel hervorgehen, aus welchen dann zwei getrennte reelle Bilder der Quelle entstehen. Diese Bilder fallen auf die zwei Quarzplatten und ihre Lichtbündel interferieren nach deren Durchgang durch diese Platten.

In derselben Weise kann man die Platten benutzen, wenn man davor einen undurchsichtigen Schirm stellt, der zwei enge Spalten enthält, durch welche von einer gemeinsamen Lichtquelle ausgehende Strahlenbündel nach erlittener Beugung auf diese Platten fallen; nach Durchgang durch diese Platten interferieren diese gebeugten Bündel. Die gemeinsame Lichtquelle bildet hier ein Lichtbündel, welches aus einer, vom Schirm in geeigneter Entfernung befindliche Spalte austritt.

Wird nun eine der Platten um die Sehachse gedreht, so ändert sich die Intensität der durch Interferenz entstandenen Streifensysteme in der vorher schon mehrfach erwähnten Weise; indes sind auch hier die vier Strahlenbündel o_1, e_1, o_2, e_2 an jeder Stelle des Gesichtsfeldes vorhanden.

II. É. Mascart* betrachtet die Beziehungen der Interferenz des polarisierten Lichtes ebenfalls als grundlegende Erfahrungstatsachen und empfiehlt folgenden Vorgang: Die in diesem Paragraphen oben unter I. erwähnten zwei kohärenten reellen Bilder fallen auf die zwei Hälften einer zerschnittenen Gipsplatte, und zwar in der Weise, daß einmal beide Bildchen zugleich auf die eine Plattenhälfte, ein anderesmal beide zugleich auf die andere Plattenhälfte fallen; dann zeigt sich die in der Mitte des Sehfeldes entstandene Interferenzerscheinung genau so, als ob die Platte gar nicht vorhanden wäre. Wenn aber eines der Bildchen auf die eine, das andere Bildchen auf die andere Plattenhälfte fällt, und man die eine Plattenhälfte um die Sehachse dreht, dann tritt Intensitätsänderung der Interferenz-Streifensysteme ein und das mittlere System kann zum Verschwinden gebracht werden.

Aber auch in diesem Falle sind an jeder Stelle des Gesichtsfeldes alle vier Strahlenbündel o_1, e_1, o_2, e_2 vorhanden.

---

* É. Mascart, Traité d'Optique, T. I, Paris 1889, p. 533.

§ 15. Verifizierung der ersten zwei Gesetze mit zwei äquivalenten Kalkspatstücken, mittels YOUNGS Doppelspalte oder JAMINS Interferentialrefraktometer. W. VOIGT.

In seinem größeren Lehrbuche empfiehlt W. VOIGT* eine Kombination zweier nahezu identischer Doppelspate mit dem oben, auch im § 14, öfter erwähnten YOUNGschen Doppelspalt, der zur Interferierung der aus demselben tretenden kohärenten, jedoch gebeugten Lichtbündeln geeignet ist; oder auch eine Kombination dieser Doppelspate mit dem JAMINschen Interferentialrefraktometer**, Fig. 5. Von den je zwei Strahlenbündeln, die aus jedem Spat austreten, werde nun je einer, etwa die beiden außerordentlichen Bündel, durch geeignete Diaphragmen verdeckt, so daß nur die beiden ordentlichen Strahlen wirken können, deren optische Weglängen nahezu einander gleich sind, weil die Doppelspate fast genau dieselbe Dicke haben.

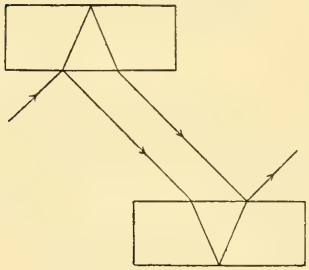


Fig. 5.

Die Beobachtung ergibt nun, daß in dem Falle, wenn die beiden Kristalle optisch parallel zueinander gerichtet sind, die entstehende Interferenzerscheinung dieselbe ist, als ob die Kristalle überhaupt nicht vorhanden wären. Dreht man nun den einen Spat um den durch ihn schreitenden ordentlichen Strahl als Drehungsachse, so nimmt die Schärfe der Interferenzstreifen ab und diese verschwinden gänzlich, wenn die beiden Spate in derselben Ebene um 90^0 gegeneinander verdreht sind. Setzt man die Drehung fort, so erscheinen die Streifen wieder und erreichen ihre größte Schärfe, wenn der Drehungswinkel 180^0 ist; bei wei-

* W. VOIGT, Kompendium der theoretischen Physik, Bd. II, Leipzig 1896, p. 538 und 539.

** Im wesentlichen besteht dieses Instrument aus zwei dicken planparallelen Glasplatten, deren geometrisch-optische Wirkung auf irgend einen Strahl die Fig. 5 zeigt; hier liegen die Wege der später zur Interferenz gelangenden zwei Strahlen zum größten Teile in ganz beträchtlicher Entfernung, etwa 3—4 cm voneinander, so daß jeder Strahl beliebigen, von einander verschiedenen optischen Einwirkungen unterworfen werden kann. Man kann also jeden Strahl durch je einen Kalkspat dringen lassen.

terer Drehung werden sie wieder schwächer, verschwinden bei dem Drehungswinkel 270°, erscheinen dann wieder und zeigen bei dem Drehungswinkel 360° ihren Anfangszustand.

W. Voigt erwähnt an dieser Stelle nicht, ob der so ausgedachte Versuch in der Tat überhaupt in dieser Weise ausgeführt wurde, oder ob derselbe nur als theoretischer Versuch zu betrachten sei.

§ 16. Bemerkungen zu den Methoden von G. G. Stokes, La Roux, É. Mascart und W. Voigt. Deren Unvollkommenheiten.

a) Stokes' Gedanke, § 13, ist im allgemeinen richtig; er ist im Prinzip mit Fr. Aragos Idee, § 5 und § 12b), übereinstimmend; er wäre zweckmäßig, wenn er bei einer einfachen reinen Interferenzerscheinung Anwendung finden könnte. Indes ist seine Ausführung mit den größten Unvollkommenheiten verbunden; einmal weil reine Turmalinplatten nur in kleinen Stücken erhältlich sind, und diese durch das Entzweischneiden umso kleiner werden; ferner lassen sich selbe, eben wegen ihrer Kleinheit, nur sehr schwierig genau parallel schleifen. Hauptsächlichst besteht aber der mißliche Umstand, daß dieselben die durchgehenden Strahlen in bedeutendem Maße schwächen und der aus ihnen tretende außerordentliche Strahl keine große Intensität hat, gewöhnlich aber sehr merklich gefärbt ist; sind jedoch die Platten dünn, dann lassen sie auch die ordentlichen Strahlen in bemerkbarer Intensität hindurch, so daß die Polarisation des austretenden Bündels keine vollständige ist.*

* Ich selbst bemühte mich vielfach, um den Versuch in der im Texte angedeuteten Weise auszuführen; mein verehrter Kollege, Herr Dr. Josef Alexander Kremer, Professor an der hiesigen Universität, Direktionskustos der mineralogischen Abteilung des Ungarischen Nationalmuseums, war so freundlich, mir beide Hälften einer entzweigeschnittenen Turmalinplatte zur Verfügung zu stellen.

Indes konnte ich Interferenzstreifen nur dann erkennen, und zwar mit großer Mühe und ganz undeutlich, wenn die beiden Turmalinhälften eine solche gegenseitige Lage hatten wie vor dem Schnitt; in jeder anderen Lage konnte ich keine wie immer gearteten Streifen wahrnehmen, umso weniger das sukzessive Schwächerwerden, Verschwinden, Neuerscheinen usf. bemerken; ich gab es daher auf, mit dieser Methode noch weiter zu experimentieren.

b) La Roux' Vorrichtung, § 14, arbeitet mit vier Strahlenbündeln, deren mögliche Interferenzen schon im Punkt d) des § 12 erwähnt wurden. Es entstehen hier vier Streifensysteme; zwei davon fallen genau aufeinander und bilden das mittlere Interferenzstreifensystem; die beiden anderen Systeme liegen symmetrisch zu diesem. Kombiniert man diese Vorrichtung mit dem Youngschen Doppelspalt, dann treten noch die im Punkt b) des § 12 erwähnten Unvollkommenheiten hinzu.

c) In bezug auf É. Marcarts Vorschlag mit dem zerschnittenen Gipsplättchen, § 14, gelten unmittelbar alle Bemerkungen, die soeben unter b) in bezug auf La Roux' Vorgang angeführt wurden.

d_α) W. Voigts erster Vorschlag, § 15, ist prinzipiell richtig; er bleibt auch richtig, wenn er auf eine reine Interferenzerscheinung angewendet würde; benutzt man aber den Youngschen Doppelspalt, so treten dadurch die oben, § 12, schon mehrfach angedeuteten Unvollkommenheiten auf. Hierzu kommt noch, daß die Verdeckung der aus den beiden Doppelspaten austretenden außerordentlichen Strahlen während der Drehung des einen Kalkspates eine gewisse Sorgfalt erfordert, weil die Interferenz der ordentlichen Strahlen dabei unberührt zu bleiben hat.

Ich fand in der Literatur keine Spur darüber, ob dieser Versuch auch wirklich so ausgeführt wurde; wäre er in der Tat so einfach anzustellen wie er ausgedacht ist, so hätten Arago und Fresnel bei Benutzung von Youngs Doppelspalt, § 5 Fig. 2 S. 165, an Stelle der beiden Glimmersätze oder der beiden Gipsplatten, § 7 Fig. 4 S. 169, gewiß solche gleiche zwei Kalkspate zur Verwendung gebracht; denn sie benutzten bei dem ersten ihrer diesbezüglichen Versuche, zwei identische Kalkspatstücke, jedoch nicht nebeneinander, sondern hintereinander, § 4 Fig. 1 S. 164.

d_β) W. Voigts zweiter Vorschlag, § 15 Fig. 5 S. 180, kann im allgemeinen selbst prinzipiell nicht als richtig betrachtet werden. Erstens zerfällt der auf die erste dicke Glasplatte fallende, ursprünglich unpolarisierte Strahl durch Reflexion und Refraktion an und in derselben in mehrere Teile; betrachtet man etwa nur die in Fig. 5 ersichtlichen zwei Teile zwischen den beiden Platten, so bemerkt man sofort, daß deren Intensität im allgemeinen von-

einander sehr verschieden ist. Während nämlich der eine Teil aus dem einfallenden Strahl durch einfache Reflexion an der vorderen Plattenfläche entstand, mußte der einfallende Strahl von dieser vorderen Fläche auch Refraktion, an der rückwärtigen Plattenfläche totale Reflexion (im Falle einer versilberten Rückfläche aber Metallreflexion) erleiden und dann wieder an der vorderen Fläche in Luft gebrochen werden; der so austretende Teil des einfallenden Strahles bildet den hier gezeichneten zweiten Strahlenteil.

Nun gilt auch hier die soeben oben unter d_{α}) gemachte Bemerkung in bezug auf die beiden Doppelspate, die hier in den Weg der betrachteten zwei Strahlenteile gebracht sind; außerdem treten jedoch noch folgende Umstände hinzu: Die beiden ordentlichen, unverdeckten Strahlenbündel, welche aus diesen beiden Kalkspaten austreten, sind nun an der andern dicken Glasplatte optischen Einwirkungen ausgesetzt, welche deren Polarisationszustand in verschiedener Weise verändern können; erst nach diesen Einwirkungen können diese Strahlen miteinander interferieren:

Man bemerkt nämlich sofort, daß der eine dieser linearpolarisierten, ordentlichen Strahlen von der vorderen Fläche der zweiten Glasplatte einfache Reflexion erleidet; der Strahl hört dadurch nicht auf, wenigstens sehr annäherungsweise, linearpolarisiert zu sein, aber seine Polarisationsebene hat nach der Reflexion im allgemeinen eine andere Lage als vor der Reflexion.

Der andere dieser linearpolarisierten, ordentlichen Strahlen fällt ebenfalls auf die zweite Glasplatte, erleidet dort an deren vorderer Fläche Brechung und an deren rückwärtiger Fläche entweder totale, oder, wenn diese versilbert ist, Metallreflexion, wodurch der Strahl im allgemeinen stets elliptisch polarisiert wird. Nun tritt dieser Strahl nach zweiter Brechung in Luft aus; dadurch wird er im allgemeinen nicht linearpolarisiert.

Man erhält somit zwei solche Strahlen, die beim Austritt aus der zweiten Glasplatte miteinander interferieren sollen; indes ist die Polarisationsebene des ersten Strahles in bezug auf ihre ursprüngliche Lage im allgemeinen verdreht, während aus dem andern ein im allgemeinen elliptisch polarisierter Strahl wurde. Hierzu tritt noch der Umstand, daß die Intensität dieser Strahlen durch einfache Reflexion an der vorderen Fläche und durch totale

oder Metallreflexion an der rückwärtigen Fläche der zweiten Glasplatte nicht in gleichem Maße geschwächt wurde; diese ungleiche Schwächung kann im allgemeinen diejenige ungleiche Schwächung nicht kompensieren, welche durch Reflexion usw. an der ersten Glasplatte entstand.

Die vorgeschlagene Methode kann daher schon prinzipiell nicht geeignet sein, um damit die Gesetze der Interferenz linearpolarisierten Lichtes einwurfsfrei zu erweisen.

Doch muß bemerkt werden, daß zwei Ausnahmefälle vorhanden sind, bei welchen das zur zweiten Glasplatte gelangende linearpolarisierte Licht selbst infolge der oben ausführlich betrachteten Einwirkung dieser zweiten Glasplatte seinen Polarisationszustand nicht verändert: nämlich wenn das aus den zwei Doppelspaten tretende Licht entweder in der Einfallsebene oder senkrecht dazu polarisiert ist. Aber auch in diesen Fällen gilt die ungleiche Schwächung der Intensität dieser Strahlen, und man kann bei Drehung der Polarisationsebene des einen oder des andern Strahles aus ihren erwähnten ursprünglichen Lagen um die Fortpflanzungsrichtung dieses Strahles die sukzessive Änderung der Schärfe der Interferenzstreifen nicht genau feststellen.

Auch in bezug dieses Versuches konnte ich in der Literatur keine Angaben darüber finden, ob derselbe auch wirklich so ausgeführt und zu Lehrzwecken benutzt wurde.

§ 17. Über einen Versuch mittels doppelt brechender Platte, der scheinbar zum Nachweise des zweiten Gesetzes geeignet ist. Bemerkungen.

Es möge hier ein einfacher Versuch Erwähnung finden, den man manchmal zur Verifizierung des zweiten Gesetzes geeignet hält: Es falle nämlich ein etwas breiteres Bündel paralleler kohärenter Strahlen natürlichen Lichtes auf eine nicht ganz dünne, planparallele Platte irgend einer doppelt brechenden Substanz; das Bündel verläßt die Platte nach erlittener Doppelbrechung; die austretenden zwei Strahlenbündel hält ein undurchsichtiger Schirm auf, welcher durch eine kleine Öffnung O nur einem sehr engen Bündelchen den Durchlaß gestattet, Fig. 6.

Wie unmittelbar ersichtlich, setzt sich dieser austretende Strahl aus dem ordentlichen Strahl o_1 und dem außerordentlichen Strahl e_2 zusammen; der erste rührt von dem einfallenden Strahl s_1 her, der zweite vom einfallenden Strahl s_2; der durch die enge Öffnung tretende Doppelstrahl zeigt erfahrungsgemäß keinerlei Interferenz.

Ist die doppelt brechende Platte von genügender Dicke und die Doppelbrechung genügend stark, so kann man leicht folgenden Kontrollversuch anstellen: Verdeckt man den Strahl s_1, dann kann durch die kleine Öffnung O nur der Strahl e_2 treten; verdeckt man aber den Strahl s_2, so kann nur o_1 austreten und nun kann experimentell ohne weiteres nachgewiesen werden, daß diese beiden Strahlen senkrecht zueinander polarisiert sind.

Das Nichtvorhandensein der Interferenz kann nun gesondert zwei Ursachen zugeschrieben werden:

α) daß die Polarisationsebenen der beiden austretenden Strahlen senkrecht zueinander sind;

β) daß diese beiden Strahlen einen zu großen Gangunterschied haben.

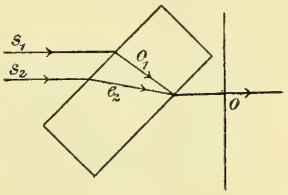


Fig. 6.

Die Geltung der unter α) erwähnten Ursache könnte nur dann als einwandsfrei erwiesen werden, wenn man die Polarisationsebenen derselben Strahlen o_1 und e_2 zueinander parallel machen könnte, indem man dabei ihre sonstigen Eigenschaften unverändert ließe, und wenn dann der Versuch tatsächlich zeigen würde, daß in diesem Falle wirkliche Interferenz stattfindet. Indes kann man diesen Hauptkontrollversuch hier nicht anstellen, weil die Strahlen o_1 und e_2 im Kristall einfach unzugänglich sind und ihre Polarisationsebenen gegeneinander nicht verdreht werden können.

In bezug auf die unter β) erwähnte zweite mögliche Ursache ist zu bemerken, daß, um die einzelnen Strahlen s_1 und s_2 besonders verdecken zu können, dieselben doch wenigstens etwa 1 mm voneinander entfernt sein müssen; es muß aber selbst in diesem Falle sogar bei dem stark doppelt brechenden Kalkspat die Kristallplatte ziemlich dick sein, damit der aus s_1 entstehende Strahl o_1 und der aus s_2 entstehende Strahl e_2 gleichzeitig durch

eine und dieselbe Öffnung dringen können. Aber dann ist auch der Gangunterschied der beiden Strahlen verhältnismäßig sehr bedeutend, und zwar so sehr, daß man selbst bei parallel polarisierten Strahlen diesen Gangunterschied in geeigneter Weise kompensieren müßte, um unter gewöhnlichen, einfachen Umständen Interferenz weißen Lichtes beobachten zu können.

Man kann daher auch diesem Versuche keinerlei einwurfsfreie Beweiskraft zuerkennen.

III. J. Stefans und E. Machs Versuche: Verifizierung aller Gesetze. Bemerkungen.

§ 18. Josef Stefans Experimente mit dem Doppelquarz. Interferenz verschiedenartig elliptisch polarisierten Lichtes.

In seinem zweiten hierher gehörigen Versuche benutzte J. Stefan* einen Spektralapparat und stellte zwischen dessen Kollimatorlinse und dispergierendem Prisma einen Soleilschen Doppelquarz** in der Weise, daß die gemeinsame Berührungsfläche der beiden Quarzhälften parallel zur brechenden Kante des Prismas lag. Die zur brechenden Kante näher liegende Quarzhälfte war mit einem dünnen Glasplättchen bedeckt, um damit Gangunterschied und demnach Talbotsche Linien hervorzubringen.

---

* J. Stefan, Über die mit dem Soleilschen Doppelquarz ausgeführten Interferenzversuche, *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien* (2), LIII, 1866, p. 548—554; (2), LXVI, 1872, p. 425—453.

** Dieses Präparat besteht bekanntlich aus zwei parallelepipedonförmigen Quarzstücken, deren jedes normal zur optischen Achse geschnitten ist; das eine ist aus rechtsdrehendem, das andere aus linksdrehendem Quarz; die beiden sind nun so aneinander geklebt, daß die gemeinsame Anfügungsfläche parallel ist zu den zueinander parallel gerichteten optischen Achsen der beiden Hälften.

Fällt nun je ein linearpolarisierter Lichtstrahl normal auf je eine Hälfte dieses Doppelquarzes, dann zerfällt jeder Strahl in je zwei Strahlen, deren einer rechts, deren anderer links zirkularpolarisiert ist, deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit jedoch eine verschiedene ist. Diese Strahlenpaare treten also mit relativen, entgegengesetzt gleichen Phasendifferenzen aus dieser Platte in Luft.

Im Beobachtungsrohr des Spektralapparates erschien nun das von Interferenzstreifen durchzogene Spektrum; es waren dies die TALBOTschen Streifen, welche infolge der Glasplatte entstanden. STEFAN untersuchte nun diejenigen Veränderungen, welche diese Streifensysteme zeigen, jenachdem das auf die Kollimatorspalte fallende Licht linear, zirkular oder elliptisch polarisiert ist. Ebenso untersuchte er theoretisch und experimentell diejenigen Streifensysteme, welche entstanden, wenn das brechende Prisma aus der bisherigen Anordnung entfernt wurde und an seine Stelle ein undurchsichtiger, mit zwei feinen Spalten versehener Schirm, also der YOUNGsche Doppelspalt trat, und zwar so, daß je ein durch eine Quarzhälfte gedrungenes Strahlenbündel nur auf je einen Spalt fiel und durch denselben drang.

[Eine ebensolche Versuchsanordnung benutzte STEFAN in der ersten seiner hierher gehörigen, hier in der Fußnote auf S. 186 zitierten Arbeit; indes diente dieselbe hauptsächlichst zum Nachweise dessen, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der längs der optischen Achse des Quarzes fortschreitenden, rechts und links zirkularpolarisierten Strahlenkomponenten eine verschiedene ist; es ließ sich dies aus der Verschiebung des aus der Interferenz dieser beiden Strahlen entstandenen Streifensystems folgern.]

Da nun auch hier Interferenz von vier Strahlenbündeln auftrat, die verschiedenerweise und zwar auch nicht immer linearpolarisiert waren, und die man räumlich völlig voneinander zu trennen und einzeln, gesondert, zu untersuchen nicht imstande ist, auf die man auch einzeln, gesondert, optisch nicht einwirken kann: so bemerkt man sofort, daß diese Versuche nach den in den §§ 12 und 16 erwähnten Gründen zur einwandfreien Darstellung der ARAGO-FRESNELschen Gesetze nicht geeignet sind; obwohl es den Anschein hat, als ob sie diesem Zwecke dienen könnten.

Trotzdem bedeuten STEFANS Versuche gegenüber den ARAGO-FRESNELschen Experimenten insofern einen Fortschritt, weil dieselben sich nicht nur auf die Interferenz linearpolarierten, sondern auf den allgemeinen Fall der Interferenz verschiedenartig elliptisch polarisierten Lichtes beziehen.

§ 19. Versuchsanordnung von E. MACH und W. ROSICKY mit dem Doppelquarz und dem Spektroskop. Nachweis der ersten zwei Gesetze.

Direkt zum Nachweise der FRESNEL-ARAGOschen Gesetze erdachten E. MACH und W. ROSICKY* eine neue Versuchsanordnung, von welcher hier nun etwas ausführlicher die Rede sein wird, und zwar umsomehr, weil nach der Ansicht dieser Physiker, obgleich die FRESNEL-ARAGOschen Versuche später vielfach erweitert und modifiziert wurden, doch die von ihnen, nämlich von MACH und ROSICKY, zu beschreibenden Versuche den klarsten Einblick in die recht komplizierten Umstände derselben bieten.**

Die Anordnung bestand im wesentlichen aus folgenden Teilen:

In der Brennebene einer Kollimatorlinse befand sich ein enger Spalt, durch welchen ein schmales intensives Lichtbündel auf die Linse fiel und nach Durchgang durch selbe als paralleles Strahlenbündel austrat. In der Verlängerung der Kollimatorachse befand sich ein Beobachtungsrohr, das auf Unendlich eingestellt war; das aus dem Kollimator tretende Lichtbündel fiel also normal zum Objektiv des Beobachtungsrohres und so erschien dem Beobachter im Sehfelde das genaue Bild des Kollimatorspaltes.

Wurde nun vor das Objektiv des Beobachtungsrohres ein vertikaler, nicht zu enger viereckiger Spalt, der Beugungsspalt gesetzt, so erzeugte dieser eine beträchtliche, jedoch gewöhnliche Beugungserscheinung, welche also aus einer horizontalen Reihe breiter vertikaler Beugungsbilder bestand; das mittlere Bild ist doppelt so breit wie die übrigen seitlichen Bilder. Wurde der Kollimatorspalt zu einer punktförmigen Öffnung gekürzt, so reduzierten sich die Beugungsbilder im Sehfelde auf eine scharf erkennbare horizontale Linie, die aus geradlinigen, hellen und dunklen Stellen bestand, nämlich aus einem horizontalen, schmalen, streifenförmigen Teil der oben erwähnten Beugungserscheinung.

* E. MACH und W. ROSICKY, Über eine neue Form der FRESNEL-ARAGOschen Interferenzversuche mit polarisiertem Lichte, *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien* (2), Bd. LXXII, 1875, p. 197—213. Einen Auszug dieser Arbeit bringt auch R. W. WOOD, Physical Optics, New-York and London 1905, p. 128—130.

** L. c. p. 197.

Hierauf wurde vor das Okular des Beobachtungsrohres ein geradsichtiges kleines Spektroskop gebracht, dessen brechende Kanten horizontal lagen; dies Spektroskop zog nun die oben erläuterte horizontale, lineare Beugungserscheinung in ein kurzes Spektrum auseinander, dessen rotes Ende oben, dessen violettes Ende unten zu sehen war; aber auch die ursprünglich horizontalen, dunklen Linienintervalle der Beugungserscheinung wurden in dunkle, krumme Streifen auseinandergezogen, welche symmetrisch zum mittleren glänzenden, vertikalen Streifen lagen und gegen das violette, untere Ende der Erscheinung zu konvergierten.

Nun war der Apparat zu den eigentlichen Versuchen vorbereitet:

Zwischen die Kollimatorlinse und den darauf folgenden viereckigen Beugungsspalt von der Breite D wurden zwei etwa 1 mm dicke achsenparallele und planparallele Quarzplatten gebracht; die eine Platte bedeckte die eine $\frac{1}{2} D$ breite Hälfte des beugenden Spaltes, ihre optische Achse lag vertikal; die andere Platte bedeckte die andere, ebenfalls $\frac{1}{2} D$ breite Hälfte des Spaltes, ihre optische Achse lag horizontal.

Das aus dem Kollimator tretende Strahlenbündel fiel also stets normal auf die zwei Quarzplatten; die aus ihnen austretenden Strahlen o_1, e_1; o_2, e_2 verhielten sich nun naturgemäß so, als ob sie aus zwei nebeneinanderliegenden, aneinanderstoßenden Beugungsspalten kämen, deren jede die Breite von $\frac{1}{2} D$ hätte. Doch ist hier wohl zu beachten, daß infolge der oben festgesetzten Lage der Quarzplatten, die Strahlen o_1 und o_2, ebenso die Strahlen e_1 und e_2 aufeinander gegenseitig senkrecht linearpolarisiert sind.

Bei dieser Anordnung machten nun die genannten beiden Physiker folgende Erfahrungen:

Fällt unpolarisiertes (natürliches) Licht in den Kollimatorspalt, so erscheinen im Sehfeld drei Streifensysteme: ein stärkeres zentrales und zwei schwächere, seitlich symmetrisch schief liegende Systeme, Fig. 7 S. 190.

Das stärkere System besteht aus der Übereinanderlagerung von vier kongruenten Systemen: Jeder der vier Strahlen o_1, e_1; o_2, e_2 dringt von den Quarzplatten unabgelenkt durch je einen Spalt von der Breite $\frac{1}{2} D$ und erleidet dort Beugung; im Sehfelde er-

scheint das Spektralbild der Beugungserscheinung, welches für jeden dieser vier Strahlen kongruent ist und die aufeinander fallen. (Dieser Teil der Erscheinung bleibt unverändert, wenn statt der Quarzplatten äquivalente Glasplatten wirken.) So entsteht das vierfache zentrale Beugungssystem, welches jedoch als ein System erscheint, dessen mittlerer vertikaler Teil hell ist; zu beiden Seiten folgen dunkle, schwach gekrümmte Streifen, die gegen das untere, violette Ende des Spektralbildes zu konvergieren; dann folgen wieder abwechslungsweise helle und dunkle, gekrümmte Streifen, die ebenso verlaufen. Die stärker und ganz ausgezogenen, zur Vertikalen symmetrischen krummen Linien der Fig. 7 sind die Lichtminima dieses Beugungssystems.*

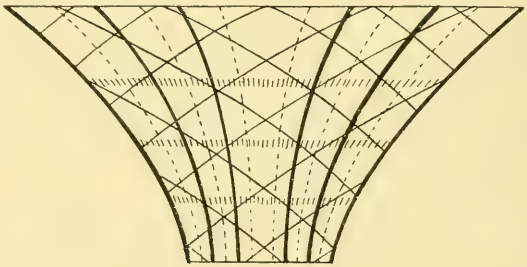


Fig. 7.

Die beiden anderen Systeme lagen symmetrisch zu diesem mittleren System, und zwar schief dazu in der Weise, daß das linksseitige nach links-aufwärts, das rechtsseitige nach rechts-aufwärts gekrümmt erschien. Diese zwei Systeme entstanden aus der Interferenz der beiden zueinander parallel polarisierten Strahlen o_1 und e_2, ebenso wie der ebenfalls zueinander parallel polarisierten Strahlen o_2 und e_1; dieselben sind in unserer Fig. 7 durch die beiden einander schief kreuzenden, schwächer, jedoch ebenfalls ganz ausgezogenen Kurvensysteme dargestellt.

Andere Systeme sind bei dieser Anordnung jetzt nicht sichtbar; das ist: man sieht keine Spur davon, daß die beiden zu-

* Die Fig. 7 ist die in Vergrößerung ausgeführte Kopie derjenigen kleinen Zeichnung, die sich auf S. 203 der zitierten Abhandlung der genannten Verfasser vorfindet.

einander senkrecht polarisierten Strahlen o_1 und o_2 miteinander, oder die beiden ebenfalls senkrecht zueinander polarisierten Strahlen e_1 und e_2 miteinander interferieren würden.

Mittels dieser Erscheinung betrachteten MACH und ROSICKY das erste und das zweite der ARAGO-FRESNELschen Gesetze als erwiesen.

§ 20. Fortsetzung: Nachweis des dritten und des vierten Gesetzes.

a) Wurde unter Beibehaltung voriger Anordnung zwischen dem Okular des Beobachtungsrohres und dem beobachtenden Auge ein analysierendes Nicol gesetzt und um seine Sehachse gedreht, so blieb das mittlere Streifensystem ungeändert, hingegen änderte sich die Intensität der beiden schiefen Seitensysteme: das eine verschwand, wenn die Polarisationsebene des Analysators senkrecht stand zur Polarisationsebene derjenigen Strahlen, aus deren Interferenz das verschwindende System entstanden war; das andere Seitensystem hatte aber dann die größte Intensität. Diese beiden Systeme verhielten sich umgekehrt, wenn der Analysator gegen die eben erwähnte Lage um 90^0 verdreht war. Da nun die Beobachter während dieser Drehung kein neues Streifensystem auftreten sahen, betrachteten sie damit das dritte Gesetz als erwiesen.

b) Wurde das analysierende Nicol entfernt, fiel jedoch auf den Kollimatorspalt linearpolarisiertes Licht, so konnte ebenfalls, außer den schon erwähnten drei sichtbaren Streifensystemen kein neues Interferenzsystem beobachtet werden; dies deutet auf eine gewisse Modifikation des dritten Gesetzes. In diesem Falle wird nämlich aus dem auf die Quarzfläche fallenden linearpolarisiertem Lichte im ersten Quarze o_1 und e_1, im zweiten o_2 und e_2, ganz wie bei unpolarisiert einfallendem Lichte, nur daß jetzt das Intensitätsverhältnis des jeweiligen ordentlichen und außerordentlichen Strahles vom Einfallsazimut zur jeweiligen Quarzachse abhängt. Doch bleibt das Intensitätsverhältnis der interferierenden Strahlen o_1 und e_2 zueinander dasselbe, ebenso wie das Intensitätsverhältnis der ebenfalls interferierenden Strahlen o_2 und e_1 zueinander dasselbe bleibt; nämlich beide Verhältnisse sind gleich der Einheit.

Dreht man also den vor dem Kollimatorspalt befindlichen

Polarisator, so zeigt die ganze Erscheinung genau dieselben Phasen wie oben unter a) bei Drehung des Analysators.

c) Das vierte Gesetz erwiesen MACH und ROSICKY in der Weise, daß die Anordnung dieselbe war wie soeben unter b) erwähnt, nur daß das polarisierende Nicol seine Polarisationsebene unter 45° zum Kollimatorspalt geneigt hatte, während außerdem vor das Okular des Beobachtungsrohres das schon oben unter a) erwähnte analysierende Nicol drehbar angebracht wurde.

Waren nun die Polarisationsebenen der beiden Nicols untereinander parallel, so konnten von den vier auf den Analysator fallenden Strahlen o_1, e_1; o_2, e_2 nur diejenigen Komponenten durch den Analysator dringen, deren Polarisationsebenen mit derjenigen des Polarisators und des Analysators zusammenfielen, die man also hier wohl mit den Buchstaben

$$o_1 e, \quad e_1 e; \quad o_2 e, \quad e_2 e$$

bezeichnen kann, weil sie alle in der Polarisationsebene e des aus dem Analysator tretenden, stets außerordentlichen Strahles polarisiert waren.

Jedes dieser vier Strahlenbündel erzeugt für sich besonders, unabhängig von den übrigen, je eine gewöhnliche Beugungserscheinung, die alle vier von derselben Natur und geometrisch einander gleich sind, aufeinanderfallen und so das mittlere zentrale Beugungssystem bilden.

Andrerseits bilden die Bündel $o_1 e$ und $o_2 e$, die untereinander keine mittlere Phasenverzögerung erleiden, durch ihre gegenseitige Interferenz ein zentrales Interferenzstreifensystem; ein ebensolches entsteht durch die Interferenz der Bündel $e_1 e$ und $e_2 e$; diese beiden Systeme fallen ebenfalls aufeinander und es entsteht so *ein* zentrales, starkes Interferenzsystem, dessen Intervall ganz wesentlich verschieden ist vom Intervall des zentralen Beugungssystems. In Fig. 7, S. 190, bedeuten die schwach gestrichelten Kurven die Lichtminima des soeben erwähnten zentralen Interferenzsystems, welches also vom zentralen Beugungssystem auch örtlich unterschieden werden kann.

Aber außerdem interferieren auch die Strahlen $o_1 e$ und $e_1 e$ miteinander und die Strahlen $o_2 e$ und $e_2 e$ ebenfalls miteinander;

weil aber der Spektrenkomplex längs der Vertikalen auseinander gezogen ist, entsteht ein horizontales Streifensystem, so daß im Sehfelde die einzelnen Farben vertikal verschoben erscheinen, und zwar dieselben Farben, welche bei dem in der gewöhnlichen Weise hergestellten Spektrum infolge der angedeuteten Interferenz fehlen würden, wenn das Licht durch eine achsenparallele Quarzplatte dringen müßte, welche sich zwischen zwei parallel gerichteten Nicols befindet. Dies horizontale System stellen die gestrichelten horizontalen Streifen der Fig. 7 dar; dieselben bilden das System der bei dieser Anordnung auftretenden TALBOTschen Streifen.

Die vorhin unter a) und b) erwähnten beiden schiefen Systeme, die aus der Interferenz der Strahlenpaare $o_1 e$ und $e_2 e$, ferner $o_2 e$ und $e_1 e$ entständen, zeigen sich hier nicht, so daß andere als die genannten drei Systeme bei gegenwärtiger Anordnung nicht sichtbar sind.

Die Existenz des zentralen Interferenzstreifensystems betrachten MACH und ROSICKY als Nachweis des vierten Gesetzes.

§ 21. Fortsetzung: Verifizierung des fünften Gesetzes.

Wenn schließlich bei der im vorigen Paragraphen unter c) erwähnten Anordnung die Hauptschnitte des polarisierenden und des analysierenden Nicols aufeinander senkrecht sind, dann ändert sich die dort beschriebene Erscheinung insofern, daß in dem zentralen Interferenzstreifensystem nun die Stellen der Lichtmaxima und der Lichtminima gegenseitig vertauscht sind; in derselben Weise sind auch in dem dort erwähnten horizontalen Interferenzstreifensysteme bei der jetzigen Anordnung die Maxima und die Minima gegenseitig vertauscht.

Die Ursache dieser Vertauschung ist leicht einzusehen:

Es seien nämlich die Richtungen der vier Lichtvektoren, die zu den auf den Analysator fallenden vier Strahlenbündeln gehören, der Reihe nach o_1, e_1; o_2, e_2, Fig. 8 S. 194; ferner sei EE die Polarisationsebene des Analysators, welche in dieser Anordnung mit den Vektorenrichtungen der Strahlen o_1, e_1; o_2, e_2 einen Winkel von 45° bildet.

Wenn EE nun parallel zur Polarisationsebene des einfallenden Lichtes ist, dann sind die aus dem Analysator tretenden Licht-

vektoren $o_1 e$ und $o_2 e$ untereinander parallel; ebenso sind die Vektoren der austretenden Strahlen $e_1 e$ und $e_2 e$ untereinander parallel, letztere jedoch den ersteren entgegengerichtet, obwohl alle vier soeben erwähnten Vektoren in der Polarisationsebene EE liegen. Wie nämlich aus der Fig. 8 sofort ersichtlich, sind die Vektoren $o_1 e$ und $e_1 e$ untereinander, und die Vektoren $o_2 e$ und $e_2 e$ untereinander entgegengerichtet.

Nun aber war unser oben betrachtetes zentrales Interferenzstreifensystem aus der Interferenz der Strahlenbündel $o_1 e$ und $o_2 e$ miteinander, ferner aus der Interferenz der Bündel $e_1 e$ und $e_2 e$ miteinander entstanden; das horizontale Interferenzstreifensystem war Resultat der Interferenz der Strahlen $o_1 e$ und $e_1 e$ miteinander und der Interferenz der Strahlen $o_2 e$ und $e_2 e$ miteinander.

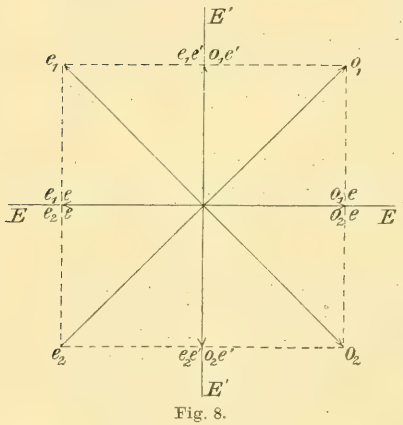


Fig. 8.

Wenn man jedoch den Analysator um 90^0 dreht, so geht seine Polarisationsebene in $E'E'$ über, Fig. 8, und nun werden die aus dem Analysator austretenden Strahlenbündel $o_1 e'$, $e_1 e'$; $o_2 e'$, $e_2 e'$; von diesen bilden die Bündel $o_1 e'$ und $o_2 e'$ durch Interferenz miteinander, und die Bündel $e_1 e'$ und $e_2 e'$ ebenfalls durch Interferenz miteinander das mittlere zentrale Interferenzstreifensystem; aber jetzt sind, wie die Fig. 8 zeigt, die Komponenten $o_1 e'$ und $o_2 e'$ einander entgegengerichtet, dasselbe ist mit den Komponenten $e_1 e'$ und $e_2 e'$ der Fall, während vorhin, als noch EE die Polarisationsebene des Analysators war, die Komponenten $o_1 e$ und $o_2 e$, und die Komponenten $e_1 e$ und $e_2 e$ untereinander gleich gerichtet waren.

Da jedoch jetzt die Komponenten $o_1 e'$ und $o_2 e'$ gegeneinander und die Komponenten $e_1 e'$ und $e_2 e'$ gegeneinander eine relative Phasendifferenz von 180^0 zeigen, so müssen bei dem nun entstehenden Interferenzstreifensystem die Maxima und Minima in diejenigen Stellen fallen, an welchen vorher die Minima und Maxima lagen; es entsteht also bei dem jetzt gebildeten zentralen

Interferenzstreifensystem in der Mitte ein dunkler Streifen, nicht wie vorhin ein heller.

In derselben Weise zeigt unsere Fig. 8, daß die nun aus dem Analysator tretenden Komponenten der Strahlenpaare $o_1 e'$ und $e_1 e'$, ebenso wie die der Paare $o_2 e'$ und $e_2 e'$ jetzt stets untereinander gleichgerichtete Vektoren haben, während vorhin die Vektoren $o_1 e$ und $e_1 e$ untereinander und die Vektoren $o_2 e$ und $e_2 e$ untereinander entgegengerichtet waren. Man sieht also auch jetzt sofort ein, daß bei der gegenwärtigen Anordnung die Maxima und Minima des horizontalen Interferenzsystems an den Stellen erscheinen, an welchen vorhin bei paralleler Lage des Polarisators und des Analysators die Minima und die Maxima erschienen.

Diejenigen schiefen Interferenzsysteme, die aus den Komponenten des Paares $o_1 e'$ und $e_2 e'$, ebenso des Paares $o_2 e'$ und $e_1 e'$ in § 20, a) und b), entstanden, als nur ein Nicol zur Anwendung kam, erscheinen hier ebenfalls nicht, genau so wie bei optisch paralleler Lage des Polarisators und des Analysators, § 20 c), vorletzte Alinea.

Die Fig. 7, S. 190, zeigt nun alle fünf verschiedenen Streifensysteme auf einmal; dieselben können, den obigen Überlegungen und Erfahrungen zufolge teils nacheinander, teils gleichzeitig im Sehfelde erscheinen; wie schon oben an mehreren Stellen erwähnt, bedeuten in Fig. 7 die stärker ausgezogenen symmetrischen Kurven das zentrale Beugungssystem, das symmetrisch gestrichelte Kurvensystem das zentrale Interferenzsystem; ferner sind die beiden schiefliegenden, seitlichen Interferenzsysteme durch schwächere, aber ganz ausgezogene Kurvensysteme angedeutet; schließlich ist das horizontale Interferenzsystem durch kurze Strichelchen dargestellt.

In den übrigen Teilen der Abhandlung machen die Verfasser noch Bemerkungen über die Interpretierungen, mit welchen Arago und Fresnel ihre Versuche begleiteten; Mach und Rosicky betrachten die mit der Youngschen Anordnung (nämlich mit dem Doppelspalt) hergestellten Versuche als unvollkommen und ihre Erörterung für ungenügend. Schließlich kommen sie nun zu dem Resultate, welches Airy und Stokes in ihren, in den Fußnoten des § 13 dieser Mitteilung zitierten Abhandlungen (siehe auch § 29 dieser Mitteilung) schon viel früher ausgesprochen hatten, nämlich,

daß unpolarisiertes Licht in bezug auf Intensität sich stets zerlegen läßt: entweder in zwei gleichstarke, zueinander senkrecht linearpolarisierte Strahlen oder in zwei gleichstarke, einander entgegengesetzt zirkularpolarisierte Strahlen oder auch in zwei gleichstarke, zueinander entgegengesetzt elliptischpolarisierte, sogenannte konjugierte Strahlen; dabei kann der Gangunterschied der Strahlen je eines Paares ganz beliebig sein.

§ 22. Bemerkungen zu Stefans und Machs Versuchen: Die Erscheinungen sind sehr kompliziert. Machs objektive Darstellung.

a) J. Stefan stellte seine Experimente, wie schon oben § 18 erwähnt, nicht zu dem Zwecke an, um mit demselben die Arago-Fresnelschen Gesetze zu verifizieren; deshalb kann man die Versuche auch nicht von diesem Standpunkte aus beurteilen, und zwar umso weniger, weil die richtige Erfassung der dort der Beobachtung unterzogenen Talbotschen Linien notwendigerweise die Anwendung der Beugungstheorie erfordert.* Doch gilt hier jedenfalls die Schlußfolgerung der am Ende des § 18 gemachten Bemerkungen, nämlich daß diese Versuche zur einfachen Darstellung der genannten Gesetze nicht geeignet sind.

b) Machs und Rosickys Versuche haben nun eben den von ihren Urhebern ausgesprochenen Zweck, diese Verifizierung in einfacher Form zu realisieren; indes muß hier konstatiert werden, daß selbe ebenso wenig einfache Methoden genannt werden können, wie die bei ihrer Anwendung entstehenden sehr komplizierten Erscheinungsgruppen als einfache Phänomene betrachtet werden können.

Vorerst ist zu bemerken, daß fünf verschiedene Streifensysteme sichtbar sind: eines der zentralen Systeme ist eine Beugungserscheinung, dasselbe besteht aus der Übereinanderlagerung von vier gleichen Beugungssystemen; das andere der zentralen Systeme ist eine Interferenzerscheinung; dieselbe ist das Resultat der algebraischen Superponierung zweier gleicher Interferenzsysteme, die ohne Anwendung neur Polarisationsmittel räumlich und gleichzeitig von einander nicht getrennt werden

* Man sehe etwa: G. Kirchhoff, Vorlesungen über mathematische Optik, herausgegeben von K. Hensel, Leipzig 1891, p. 115– 116.

können. Das dritte und vierte, schiefe Streifensystem sind Interferenzerscheinungen; dieselben entstanden durch Interferenz je eines ordentlichen Strahles des einen Strahlenbündels mit je einem dem anderen Strahlenbündel zugehörigen außerordentlichen Strahl. Schließlich interferieren je ein ordentlicher und der demselben Strahlenbündel zugehörige außerordentliche Strahl und die so entstehenden, gleichen, aufeinanderfallenden zwei Interferenzsysteme bilden nun das sichtbare, fünfte Streifensystem, das im System der TALBOTschen Linien auftritt.

Man bemerkt also, daß aus den hier vorhandenen ursprünglichen vier Strahlenbündeln vier Beugungserscheinungen und sechs Interferenzerscheinungen, also zusammen zehn Systeme entstehen, welche infolge verschiedenartiger Superponierungen, sich in der Form von fünf verschiedenen, auch örtlich unterscheidbaren Streifensysteme im Sehfeld präsentieren.

Es ist ferner zu bemerken, daß die prismatische, spektrale Auseinanderziehung der beobachtbaren Systeme in gewisser Beziehung zwar vorteilhaft ist; jedoch trotzdem eine neue optische Einwirkung bedeutet, die mit den eigentlichen Gesetzen hier nichts prinzipiell Gemeinsames hat. Ja, zum Zwecke einer einfachen Darstellung dieser Gesetze ist die Einwirkung überflüssig und daher auch möglichst zu vermeiden.

Der auf diesem Gebiete erfahrene Physiker wird den bei MACHS und ROSICKYS Versuchen entstehenden Erscheinungskomplex mit Interesse verfolgen; es ist aber ohne weiteres zweifellos, daß eine derartige Versuchsanordnung durchaus nicht dazu geeignet sein kann, den Anfänger von der erfahrungsmäßigen Richtigkeit der ARAGO-FRESNELschen Gesetze in leichter, einfacher und unmittelbarer Weise zu überzeugen.

In dieser Beziehung kann auch das von den Verfassern auf S. 199 ihrer Abhandlung gegebene Graphikon nicht viel helfen, gerade weil es sich auf ebenfalls nicht einfache Verhältnisse bezieht: es sind dort nämlich die vier Strahlenbündel durch vier Felder dargestellt und die Zeichnung dient dazu, daß für jeden Punkt des Sehfeldes der Gangunterschied und die Polarisationsverhältnisse der an dieser Stelle sich treffenden Strahlen sofort gefunden werden können. MACH benützte dieses Graphikon auch zu seinen Vorlesungen.

c) In einer neuerlichen Mitteilung in bezug auf diesen Gegenstand* modifiziert E. MACH seine oben erläuterten Versuche zu dem Zwecke, um sie nicht nur zur subjektiven Wahrnehmung, sondern auch zur objektiven Darstellung der ARAGO-FRESNELschen Gesetze geeignet zu machen.

Auch hier benützt MACH den Doppelquarz in derselben Weise, wie in seiner ersten Abhandlung, auch hier entstehen überall mehrere Streifensysteme auf einmal, auch hier finden Übereinanderlagerungen statt, so daß die allgemeinen, oben unter b) gemachten Bemerkungen auch hier Geltung haben.

IV. Einfachste, Gegenproben unterziehbare, präzise, Darstellungsform der ARAGO-FRESNELschen Gesetze.

§ 23. Notwendige und genügende Erfordernisse einer einwandfreien Verifizierung. Vermeidung alles Überflüssigen. Kurze Angabe der nötigen Hilfsmittel.

Die Gesetze der Interferenz linearpolarisierten Lichtes, sowie dieselben in § 1 dieser Mitteilung ausgesprochen wurden, sind an und für sich genug einfach, besonders das erste und das zweite Gesetz. Der Umstand, daß ihre Entdecker imstande waren, diese Gesetze aus dem unvollkommenen Komplexe nicht ganz einfacher Erscheinungen herauszulesen, beweist ihren Scharfsinn in ganz bemerkenswerter Weise.

Oft ist der Auffindungsgang und die Erkennungsart von Naturgesetzen ein derartiger; waren aber die Gesetze einmal sicher erkannt und festgestellt, und war ihre eigentliche Bedeutung richtig erfaßt, so strebten die Forscher und Fachgelehrten stets danach, die gewonnenen neuen Erfahrungstatsachen in passender Weise in das Lehrgebäude der Wissenschaft einzufügen. Es sollten dann die Versuche, welche diese Wahrheiten experimentell darzutun hatten, solcher Art sein, daß sie dabei jede andere Erscheinung möglichst ausschlössen, ganz einfach, und doch Gegen-

* ERNST MACH, Objektive Darstellung der Interferenz des polarisierten Lichtes, *Festschrift, Ludwig Boltzmann gewidmet zum sechzigsten Geburtstage.* Leipzig 1904, p. 441—447.

proben unterziehbar und schließlich von bedingungsloser, zwingender Beweiskraft seien.

Die in den obigen §§ 2—22 behandelten Anordnungen sind weit entfernt, diesen Bedingungen zu genügen; da ich jedoch in meinen Vorlesungen über Optik zur sicheren Begründung der wichtigsten Erfahrungstatsachen auch die einwandfreie Darstellung der FRESNEL-ARAGOschen Gesetze stets für unbedingt notwendig hielt und halte, begann ich schon vor mehreren Jahren, über eine solche Verifizierung nachzudenken.

Nachdem ich die bisher betrachteten, bekannten Anordnungen zum größten Teile vielfach wiederholt hatte, mußte ich nach vielen, zum Teil mißlungenen, zum Teil unvollkommen gelungenen Versuchen einsehen, daß eine wirklich lehrreiche und überzeugende Methode folgende notwendigen und genügenden Bedingungen erfüllen müsse:

1. Die benützte Erscheinung muß eine möglichst reine, einfache, jedoch beliebig variierbare Interferenzerscheinung sein; diese erzeugt man für die gewünschten Versuche am vollkommensten mittels FRESNELS Zweispiegelapparat.

2. Zur Bildung der Erscheinung sollen nur zwei Strahlenbündel dienen; mehr Bündel dürfen überhaupt nicht im Sehfelde oder auf dem Auffangeschirm vorhanden sein, und mehr als ein einziges Interferenzstreifensystem soll überhaupt nicht entstehen können. Dies erreichte ich mittels der weiter unten, in Punkt 4 erwähnten Polarisatoren.

3. Die zwei kohärenten Strahlenbündel, die zur Bildung der Interferenzerscheinung dienen, müssen in einem beträchtlichen Teile ihres Weges räumlich von einander getrennt fortschreiten, ihre gegenseitige Entfernung muß bis 5,0 — 10,0 cm beliebig varriierbar sein; man muß daher an jedes dieser Bündel unmittelbar gelangen können, so daß man jeden Strahl besonders für sich vollständig untersuchen könne, und daß man auf jedes Bündel jede beliebige optische Einwirkung ausüben könne. Ich erreichte dies mittels Kombinierung einer guten, großen achromatischen Linse mit dem FRESNELschen Zweispiegelapparat.

4. Jedes der beiden interferierenden Strahlenbündel muß sowohl besonders für sich, als auch beide zusammen auf einmal linear polarisierbar sein, ohne daß dadurch die Bündel irgend eine nennenswerte Richtungsänderung, oder zueinander einen merklichen relativen Gangunterschied erleiden würden. Die letztere Polarisierung erreichte ich mittels eines großen Polarisators; die erstere mittels äquivalenter Zwillingspolarisatoren, die nur je ein Bündel durchließen.

5. Es müssen die Polarisationsebenen der beiden Bündel, und zwar sowohl beider zusammen auf einmal, oder jede Polarisationsebene für sich, um die Fortpflanzungsrichtung der Strahlen als Drehachse ganz beliebig drehbar sein, ohne daß solche Drehung irgend eine wahrnehmbare Richtungsänderung der Bündel, oder irgend einen merklichen relativen Gangunterschied verursachen würde. Dies konnte ich mittels einer geeigneten Montierung des großen Polarisators und der beiden Zwillingspolarisatoren erreichen.

6. Nach der Polarisierung müssen die beiden, nachher interferierenden Bündel ihren Weg ganz ungestört bis zum Interferenzraum fortsetzen können; sie dürfen vom Orte ihrer Polarisierung bis zum Orte ihrer Interferierung keinerlei Reflexion oder Refraktion oder irgendwelcher sonstigen optischen Einwirkung unterworfen sein. Hierzu war keine besondere Anordnung nötig.

§ 24. Beschreibung der neuen Anordnung: Erfüllung der ersten und der dritten Forderung mittels FRESNELS Zweispiegel und einem großen Achromaten.

Die Figg. 9 und 10, S. 201 und 202, stellen die neue Anordnung schematisch dar: dieselbe erfüllt die im § 23 erörternden Bedingungen vollständig und ist zur einwandfreien Darstellung der betrachteten Gesetze vollkommen geeignet.

Die dort unter 1. festgesetzte Forderung wird mittels eines gut montierten FRESNELschen Zweispiegelapparates erreicht, voraus-

gesetzt jedoch, daß das von der ursprünglichen, unpolarisierten Lichtquelle S herrührende Licht, Fig. 9, nicht nahezu senkrecht auf die Spiegel falle und daß man die vom Rande der Spiegel entstehenden etwas störenden Beugungs(Schatten)erscheinungen vermeidet. Dies läßt sich nach einigen Probeversuchen immer sehr gut erreichen, und dann erscheint ein sehr reines Interferenzstreifensystem.

Die dort, § 23, unter 3. gestellte Forderung läßt sich durch Hinzufügen einer guten achromatischen Linse erfüllen. Wie ebenfalls aus Fig. 9 ersichtlich, gehören zu der reellen, spaltenförmigen Lichtquelle S hier, infolge des Zweispiegels die beiden virtuellen kohärenten Lichtquellen S_1 und S_2, deren reelle Bilder der Achromat in s_1 und s_2 erzeugt; die Lichtbündel, welche diese Bilder herstellen, setzen ihren Weg fort, durchdringen einander und interferieren. Die Fig. 9 zeigt übrigens auch sofort, daß der so entstehende zweite Interferenzraum og_1g_2i nichts anderes sein kann, als das, vom Achromaten erzeugte geometrisch-optische Bild des ersten Interferenzraumes OG_1G_2I, welcher sich immer unmittelbar an den Zweispiegel anschließt, nämlich an der gemeinsamen Berührungskante desselben in O. Diese geometrisch-optische Abbildung gilt auch für die, in diesen Räumen auftretenden Interferenzerscheinungen. Jede dieser Erschei-

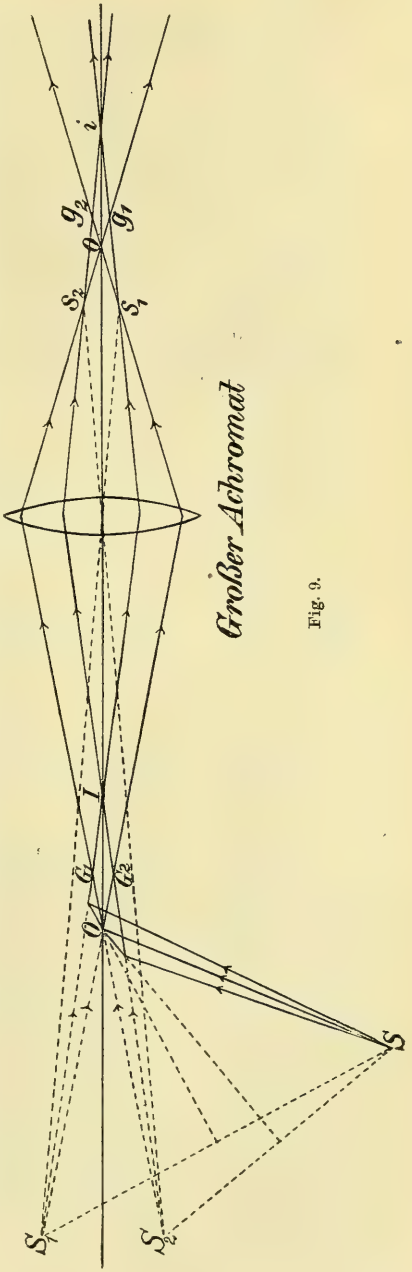


Fig. 9.

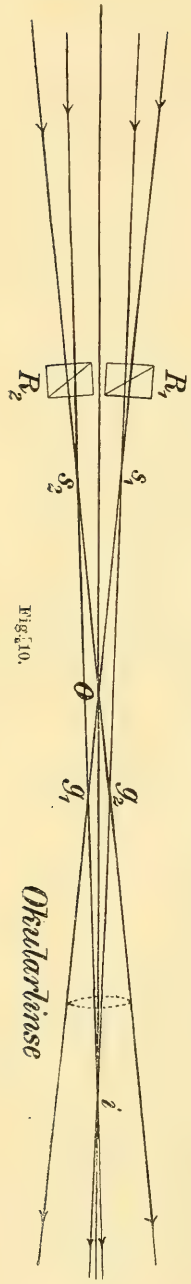


Fig. 10.

nungen kann je nach der Größe ihres Streifenintervalles entweder mit freiem Auge oder mit der Lupe beobachtet werden; bei guter Einstellung übertrifft die Erscheinung im zweiten Interferenzraum in bezug auf Regelmäßigkeit und Ausdehnung die im ersten entstehende ganz bedeutend.

Man sieht auch unmittelbar, daß die später interferierenden zwei Strahlenbündel von I bis o voneinander ganz getrennt sind; leicht konnte diese Länge bis auf 6—7 Meter gebracht werden und zwar mittels eines guten Achromaten von etwa 10 cm Durchmesser und etwa 70 cm Brennweite. Es betrug dabei die Breite jedes Bündels an der Auffallsstelle auf dem Achromaten etwa 0,5 bis 1,0 cm; deren gegenseitige mittlere Entfernung konnte besonders durch Änderung der gegenseitigen Neigung der beiden Spiegel leicht bis auf 8,0 cm gebracht werden, ohne daß dabei die Vollkommenheit oder die Leichtigkeit der Beobachtung des im zweiten Interferenzraume auftretenden Interferenzstreifensystemes irgend eine Einbuße erlitten hätte.

Man könnte zwar die ganze Erscheinung auch mittels des FRESNELschen oder des MASCARTschen* Biprismas herstellen. Aber in diesem Falle kann man die gegenseitige Entfernung der beiden interferierenden Bündel nur innerhalb sehr enger Grenzen und nur derart variieren, daß man die relative Entfernung der Linse zum Biprisma ändert, was immer unbequem ist.

Hier kommt jedoch der große Vorteil des Zweispiegelapparates gegenüber den Biprismas zur Geltung: man kann nämlich mittels eines feinen Schräubchens, wie erwähnt, die gegenseitige Neigung der beiden Spiegel, und damit auch die gegenseitige Entfernung der beiden, später interferierenden Strahlen-

* É. MASCART, Traité d'Optique, Vol. I, Paris 1889, p 189.

bündel verändern, und zwar in der bequemsten Weise und zwischen ganz beträchtlichen Grenzen in beliebigem Maße*.

§ 25. Fortsetzung: Erfüllung der übrigen Forderungen. Die benützten Polarisationsprismen und deren geeignete Montierung.

a) Die erste der unter 4. des § 23 erwähnten Bedingungen konnte ich mittels eines, mit besonderer Sorgfalt angefertigten ROCHONschen Kalkspatprismas** erreichen, Fig. 11, dasselbe hat Zylinderform, einen lichten Durchmesser von 26 mm, läßt den ordentlichen Strahl mit ungeänderter Richtung hindurch, lenkt jedoch den durchgegangenen außerordentlichen Strahl ganz beträchtlich, etwa mit 5^0—6^0 von der Einfallsrichtung ab, so daß dieser gänzlich aus dem Sehfelde austritt.

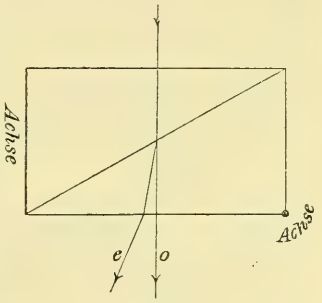


Fig. 11.

Wenn nun unpolarisiertes Licht senkrecht auf die Vorderfläche dieses Prismas fällt, und man dasselbe um den einfallenden Strahl als Drehungsachse dreht, so dreht sich die Polarisationsebene des austretenden ordentlichen Strahles um denselben Winkel, doch zeigt dieser Strahl selbst dabei keinerlei merkliche Richtungsänderung oder beobachtbaren Gangunterschied.

Stellt man diesen großen Polarisator in den Weg der beiden vom FRESNELschen Zweispiegel reflektierten, nahezu unpolari-

* Die Unvollkommenheiten der durch die BILLETschen Halblinsen erzeugten Erscheinung geben selbst die französischen Physiker zu; man sehe etwa É. MASCART, l. c. p. 192; da ich mich davon durch Autopsie überzeugte, nahm ich Abstand von der Benützung dieser Vorrichtung.

** Das ROCHONsche Prisma besteht aus zwei Kalkspatprismen, deren jedes eine brechende Kante von etwa 30^0 hat; die optische Achse des einen Prismas ist senkrecht zu dessen brechender Kante und normal zur größeren Kathetenfläche; die optische Achse des anderen Prismas ist parallel zur brechenden Kante. Diese beiden Prismen sind nun mit ihren Hypotenusenflächen mittels Kanadabalsames so aufeinander geklebt, daß sie zusammen eine planparallele Platte bilden; die optischen Achsen der beiden Teilprismen sind aufeinander senkrecht, Fig. 11.

sierten Strahlenbündel, so sind dieselben nach Austritt aus dem Polarisator zueinander parallel linearpolarisiert; eine derartige Anordnung zeigt z. B. Fig. 19, S. 217. Man kann den Polarisator auch gleich nach dem Zweispiegel aufstellen; dort sind beide Bündel noch nicht sehr von einander gegetrennt, so daß beide ihrer ganzen Breite nach vollständig durch den Polarisator dringen können.

b) Die zweite der unter 4. des § 23 festgesetzten Bedingungen, nämlich, daß jedes der beiden, später interferierenden Lichtbündel besonders, für sich, ohne merklichen relativen Gangunterschied vollständig linear polarisiert werden könne, konnte ich mit je zwei optisch äquivalenten ROCHONschen oder SÉNARMONTschen* Kalkspatprismen vollkommen erreichen.

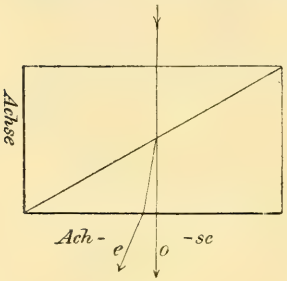


Fig. 12.

Aus einem längeren derartigen, mit der größten Sorgfalt angefertigten Doppelprisma, welches also nach dem Zusammenkleben mit Kanadabalsam eine längere, planparallele Platte bildete, ließ ich zwei gleiche Zylinder ausschneiden, die daher die größten Garantien ihrer gegenseitigen optischen Äquivalenz boten, Fig. 13.

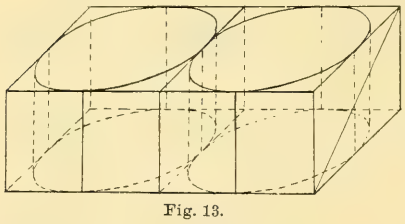


Fig. 13.

Ich ließ drei solche Paare anfertigen, nämlich zwei Paar ROCHONsche mit Durchmessern von etwa 12 und 8 mm; und ein Paar SÉNARMONTsche mit einem Durchmesser von etwa 6 mm.

Wenn man nun eines der beiden äquivalenten Zwillingsprismen, also R_1 in den Weg des einen Bündels setzt, das andere Prisma R_2 in den Weg des anderen Bündels, Fig. 10, dann schreiten die durchgegangenen ordentlichen Strahlen ohne merkliche Rich-

* SÉNARMONTS Prisma unterscheidet sich nur insofern von ROCHONS Prisma, Fig. 11., daß die optische Achse des zweiten Teilprismas längs dessen größerer Kathetenfläche, senkrecht zur brechenden Kante liegt. Die optischen Achsen der beiden Teilprismen sind auch hier aufeinander senkrecht, Fig. 12.

tungsänderung weiter, während die außerordentlichen Strahlen bei ihrem Austritt gänzlich aus dem Bereiche des Interferenzraumes abgelenkt erscheinen; damit ist auch das 2. Erfordernis des § 23 erfüllt. Die beiden austretenden ordentlichen Strahlenbündel erlitten infolge Durchganges durch das äquivalente Prismenpaar keinerlei merklichen relativen Gangunterschied. Man sieht demnach, daß der große Polarisator und die Zwillingspolarisatoren alle unter 2. und 4. des § 23 geforderten Bedingungen erfüllen.

c) Den Anforderungen 5. des § 23 konnte ich durch geeignete Montierung dieser Polarisatoren Genüge leisten.

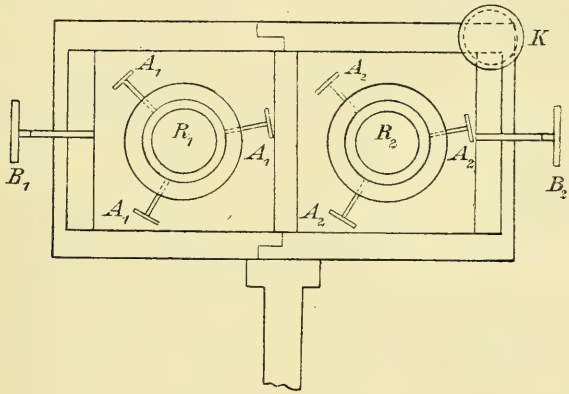


Fig. 14.

α) Der große Polarisator R wurde in eine zylindrische Röhre gefaßt; dieselbe war drehbar um ihre geometrische Achse in einem schweren Metallständer befestigt, so daß seine Polarisationsebene mittels Triebschraube um die Sehachse beliebig gedreht werden konnte; ein mit dem Metallständer fest verbundener Metallkreis gestattete stets die Ablesung des Polarisationsazimutes.

β) Um die verschiedenen äquivalenten Zwillingspolarisatoren zweckmäßig und stets sicher gebrauchen zu können, verfertigte Herr Ferdinand Süss, Direktor der budapester mechanischen Lehrwerkstätte nach meinen Angaben eine sehr geeignete Montierung, welche Fig. 14 in vertikalem Aufriß zeigt. Dieselbe besteht im wesentlichen aus zwei gleichen Röhren, in welchen je einer der beiden äquivalenten Polarisatoren R_1, R_2 lagerten; diese inneren Röhren sind nun in zwei etwas weitere äußere Röhren

eingesetzt, welche mit dem Montierungsgestell fest verbunden, jedoch um ihre ungefaßten geometrischen Achsen genau drehbar sind. Mittels je sechs Stellschrauben $A_1 A_1 A_1$; $A_2 A_2 A_2$ kann man nun die Sehachsen der einzelnen Polarisatoren genau und fest in die geometrischen Achsen der äußeren Röhren bringen, so daß nun bei Drehung jeder der äußeren Röhren die Lage der Sehachse des darinnen liegenden Polarisators sich nicht ändern kann, wohl aber dreht sich dabei seine Polarisationsebene.

Diese drehbaren äußeren Röhren sind nun in viereckigen Metallstücken befestigt, die nach Art eines Schlittens in den äußeren rechtwinkeligen Metallrahmen des kleinen Apparates beweglich eingefügt sind, Fig. 14; diese Verschiebungen besorgen die seitlichen Schrauben B_1 und B_2, mittels welcher die Achsen dieser Polarisatoren, obwohl sie während dieser Verschiebungen parallel zu ihrer Richtung bleiben, jedoch senkrecht zu dieser, ganz erheblich voneinander entfernt werden können.

Schließlich ist noch einer dieser Schlittenrahmen um die mittlere, kürzere Symmetrieachse des ganzen Rahmens, die in der Zeichnung die vertikale Mittellinie bildet, innerhalb gewisser Grenzen drehbar gemacht und kann mittels zweier einander entgegenwirkenden Klemmschrauben K in beliebiger Neigung zum andern Rahmenteil festgeklemmt werden. Man kann in dieser Weise, wenn es nötig ist, den Sehachsen der beiden äquivalenten Polarisatoren, obwohl sie dabei in derselben Ebene bleiben, gegeneinander eine mäßige Neigung erteilen; eine solche Anordnung zeigt R_1 und R_2 in Fig. 10, S. 202. Die Notwendigkeit einer solchen Einstellung tritt dann ein, wenn die gegenseitige Neigung der interferierenden zwei Strahlenbündel nicht vernachlässigt werden kann, was in den meisten Fällen zutrifft, und wenn man, um schöne Interferenzstreifen zu erhalten, die beiden Strahlenbündel genau längs den Sehachsen der in ihrem Wege befindlichen äquivalenten Polarisatoren hindurchsenden will, siehe auch die ganze Fig. 10.

Diese Art der Montierung zeigte sich nun sehr genügend, weil sie alle diejenigen Einstellungen und Korrektionen ermöglicht, die bei den hierher gehörigen Versuchen nötig werden können.

Schließlich sieht man sofort, daß die unter 6. des § 23 geforderte Bedingung von selbst erfüllt ist, wenn man die aus den

beiden äquivalenten Polarisatoren R_1 und R_2 getrennt austretenden zwei Strahlenbündel ihren Weg ungestört bis in den zweiten Interferenzraum og_1g_2i fortsetzen läßt, Figg. 9 und 10, S. 201 und 202. In diesen Raum oder auch jenseits desselben kann man auch, falls es nötig sein sollte, eine Okularlinse, eventuell auch einen Analysator setzen; derselbe kann ein Rochonsches, ein Sénarmontsches oder ein Nicolsches Prisma sein.*

* Die bei dieser Anordnung gebrauchten äquivalenten Polarisatoren R_1 und R_2 dürften wohl die wesentlichsten Bestandteile des hier gebrauchten Versuchsapparates bilden. Um solche herzustellen, dachte ich zuerst an die Zerschneidung eines guten Nicolschen Prismas, Fig. 16, nach seiner Längsrichtung in zwei äquivalente Hälften; indes nahm ich Abstand von der Ausführung dieses Gedankens, denn ein Nicolsches Prisma ist etwa dreimal so lang als breit und so würde die Länge jeder Nicol-Hälfte das sechsfache ihrer Breite betragen; dies wäre für die Anwendung solcher Stücke bei unserer Interferenzerscheinung höchst unvorteilhaft. Andererseits ist die Breite der Rochonschen und der Sénarmontschen Prismen größer als ihre Länge; das Verhältnis der ersteren zur letzteren beträgt bei beiden etwa 10/7, Fig. 16, untere Zeichnung; und dieser vorteilhafte Umstand entschied für die in Fig. 13, S. 204, skizzierte Anfertigungsart der Zwillingsprismen. Zu deren Ausführung ersuchte ich im Oktober des Jahres 1901 die bewährte Firma Dr. Steeg & Reuter in Homburg vor der Höhe; da ich indes auf meine ausführlichen Briefe und mehrfachen schriftlichen Urgenzen keinerlei Antwort erhielt, wandte ich mich im Dezember 1901 an die bekannte Berliner Firma Schmidt & Haensch, die sich zur Übernahme dieser Ausführung sofort bereit erklärte, sich jedoch einige Bedenkzeit erbat, um den Kostenvoranschlag dieser nicht ganz gewöhnlichen Arbeit festzustellen. Nachdem dies geschehen und die Bestellung fest übernommen war, gelangte die Sendung der Firma im März 1902 unversehrt hier in Budapest an.

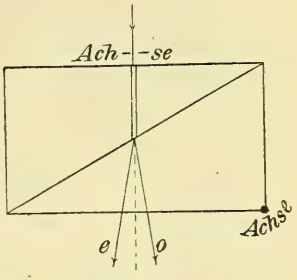


Fig. 15.

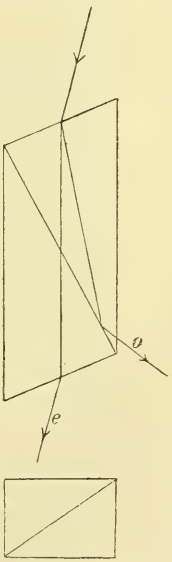


Fig. 16.

Indes mußte ich zu meiner größten Überraschung wahrnehmen, daß nur das kleinste Paar der Polarisatoren aus zwei Sénarmontschen Prismen bestand, während die übrigen fünf Polarisatoren Wollastonsche Prismen waren, Fig. 15, welche sowohl den austretenden ordentlichen als auch den austretenden außerordentlichen Strahl aus der Richtung des

§ 26. Einfache einwandfreie Darstellung der ARAGO-FRESNELschen Gesetze. I. und II. Erstes und zweites Gesetz. III. a) und b): Drittes Gesetz. IV. und V.: Viertes und fünftes Gesetz.

Wir stellen nun ein FRESNELsches Interferenzstreifensystem her, und zwar nach dem Schema der Fig. 9, S. 201, so daß die Erscheinung im zweiten Interferenzraum og_1g_2i sehr gut sichtbar und das Streifenintervall genügend groß sei; ferner seien die beiden interferierenden Bündel voneinander in genügender seitlicher Entfernung.

Wir setzen nun nach dem Schema der Fig. 10, S. 202, die zwei nach Punkt c), β) des § 24, Fig. 14 S. 205, montierten und eingestellten äquivalenten Zwillingspolarisatoren R_1 und R_2 in den Weg dieser Bündel, so daß jedes nur durch einen dieser Polarisatoren und zwar stets sehr nahezu normal dringen kann; letztere sind nahe den reellen Bildern s_1 und s_2 aufgestellt; alles dies läßt sich leicht und sicher erreichen.

Sind diese beiden Polarisatoren R_1 und R_2 zueinander optisch-parallel gerichtet, dann erscheint das Streifensystem sehr scharf, mit ganz dunklen Streifen, gerade so, als ob diese Polarisatoren überhaupt nicht vorhanden wären; dreht man nun den einen oder den anderen der Zwillingspolarisatoren um sein Sehachse, und zwar beliebig, jedoch kontinuierlich, so sieht man, wie das Streifensystem stufenweise an Schärfe verliert, je näher die Polarisationsebenen zueinander senkrecht werden; tritt der letztere Fall ein, so verschwinden die Streifen gänzlich usf. Hiermit ist das erste und das zweite

normal einfallenden Strahles ganz erheblich ablenken, so daß, bei Drehung eines solchen Prismas um seine Sehachse, die austretenden zwei Strahlen um die Richtung des einfallenden Strahles je einen Kreiskegel beschreiben; ich konnte daher diese Prismen zum genannten Zwecke nicht gebrauchen.

Nach Rücksendung derselben gab die Firma ihr Versehen zu; man hatte es nicht bemerkt, weil die nach vereinbarten Termin fertig gewordene Sendung sofort und daher unkontrolliert expediert wurde. Auf neuere Aufforderung meinerseits erklärte sich die Firma bereit, die Polarisatoren genau nach meinem Wunsch, unter Beibehaltung der früheren Vereinbarung zu liefern.

Die neue Sendung kam im April 1902 hier an, die Polarisatoren waren nun, gemäß der ursprünglichen, ausführlichen Bestellungsvereinbarung, aus vorzüglichem Kristallmaterial, ganz einwandfrei erzeugt.

der ARAGO-FRESNELschen Gesetze erwiesen und zwar ganz in der Form eines Experimentum crucis von unwiderleglicher Beweiskraft.

Anmerkung. Dieser Versuch beweist eigentlich mehr als diese beiden Gesetze; er weist nämlich nach, in welcher Weise die entstehende Interferenz von der gegenseitigen Neigung der Polarisationsebenen der beiden interferierenden linearpolarisierten Strahlen abhängt.

Bezeichnen nämlich

$$I_1^2,\ I_2^2;\quad \alpha_1,\ \alpha_2;\quad r_2 - r_1$$

der Reihe nach die Intensitäten dieser beiden Strahlen, deren Polarisationsazimute und deren Gangunterschied; ferner λ ihre gemeinsame Wellenlänge und I^2 die Intensität des aus der Interferenz resultierenden Strahles, dann gilt, nach elementaren Überlegungen

$$I^2 = I_1^2 + I_2^2 + 2 I_1 I_2 \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \cos\left[\frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1)\right].$$

Im Falle einer gewöhnlichen Interferenzerscheinung läßt sich dieser Ausdruck wesentlich einfacher darstellen: Es sei nämlich l die Entfernung der beiden virtuellen Lichtquellen S_1 und S_2 von einander, Fig. 9, S. 201, oder, bei Erscheinungen, die bei Gebrauch des Achromaten im zweiten Interferenzraum og_1g_2i sich bilden, sei $l = s_1 s_2$ die Entfernung der reellen Bilder s_1 und s_2 der ursprünglichen Lichtquelle voneinander, Fig. 9, S. 201; Fig. 10, S. 202; ferner sei L die Entfernung dieser sekundären Lichtquellen vom senkrechten Auffangeschirm oder von der Brennebene des Okulars; dann sei x die Entfernung eines Punktes des Auffangeschirmes oder des Sehfeldes von der vertikalen mittleren Längslinie des Streifensystemes, und wenn schließlich die Intensitäten der beiden interferierenden Strahlen ursprünglich einander sehr nahezu gleich sind und mit I_1^2 bezeichnet werden, dann wird bekanntlich

$$I^2 = 2 I_1^2 \left\{1 + \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \cos\left(2\pi \cdot \frac{xl}{\lambda L}\right)\right\}.$$

Der oben erörterte Versuch erweist die Geltung dieses Ausdrucks für jeden Wert der Azimutdifferenz $(\alpha_2 - \alpha_1)$ und für jeden Punkt des Interferenzraumes og_1g_2i; die speziellen Fälle

$(\alpha_2 - \alpha_1) = 0$ und $\alpha_2 - \alpha_1 = \frac{1}{2}\pi$ beziehen sich auf das erste und auf das zweite Gesetz.

III. Das dritte Gesetz.

a) Man behalte die vorige Anordnung bei und mache die Polarisationsebenen der beiden Zwillingspolarisatoren R_1 und R_2 senkrecht zueinander; es ist dann keinerlei Interferenz wahrzunehmen.

Nun setze man, wie z. B. in Fig. 19, S. 217 angedeutet, zwischen der Beobachtungslupe und dem Auge des Beobachters irgend einen guten Polarisator (ein NICOLsches, oder ein ROCHONsches, oder ein SÉNARMONTsches Prisma), welcher nur einerlei Art linearpolarisierten Lichtes durchläßt. Dreht man diesen Analysator ganz beliebig um seine Sehachse, so kann auch fernerhin überhaupt keine Interferenzerscheinung wahrgenommen werden; doch erscheint sie sofort, sobald die Hauptschnitte der Zwillingspolarisatoren R_1 und R_2, Fig. 10, S. 202, nicht genau senkrecht aufeinander sind. [In diesem Falle jedoch, wenn also die Polarisationsebenen der beiden Zwillingsprismen nicht senkrecht aufeinander sind, ist zu bemerken: wenn dann der Hauptschnitt des Analysators senkrecht ist auf die Polarisationsebene eines der beiden Zwillingsprismen: dann kann aus dem Analysator nur eines der beiden Strahlenbündel treten und Interferenz kann nicht stattfinden.] Damit ist das dritte Gesetz erwiesen.

Es ist bei dieser Anordnung vorteilhaft, daß der Einfallswinkel des auf den Zweispiegel von S aus fallenden Lichtes, Fig. 9, S. 201, nicht sehr abweiche von 90^0, damit nämlich die bei Reflexion unpolarisierten Lichtes an Glas stets auftretende partielle Polarisation noch nahezu unmerklich sei. Man überzeugt sich davon, wenn man die so reflektierten zwei Strahlenbündel gesondert, jedes für sich, bei entfernten Zwillingspolarisatoren, mittels Drehung des Analysators untersucht; merkt man dabei keine Helligkeitsänderung, so kann das Lichtbündel als unpolarisiertes gelten. Würde man statt des Zweispiegels ein Biprisma verwenden, so würde das auf dieses fallende unpolarisierte Licht auch nach Durchgang durch das Biprisma ein ebensolches bleiben.

b) Läßt man von der soeben unter a) erwähnten Anordnung den Analysator fort, setzt jedoch unmittelbar nach dem Zweispiegel

einen Polarisator von größerem Querschnitt, etwa R so in den Weg der von diesem reflektierten zwei Lichtbündel, daß beide nebeneinander durch ihn gehen müssen, so findet man, daß bei Drehung von R um die Sehachse die Erscheinung sich ebenso verhält, wie oben unter a).

Dies ist ebenfalls ein Beweis des dritten Gesetzes, jedoch in modifizierter Form.

IV. und V. Das vierte und das fünfte Gesetz.

Man lasse nun den großen Polarisator R in der, soeben unter III b) erwähnten Lage, jedoch so, daß dabei die Polarisationsebenen der beiden Zwillingsprismen R_1 und R_2 senkrecht auf einander seien, während die Polarisationsebene des großen Polarisators mit den beiden ersteren Ebenen 45^0 bilde. Nun setze man das analysierende Nicol nach der Beobachtungslupe in den zweiten Interferenzraum, wie in Fig. 19, S. 217 angedeutet, und mache seine Polarisationsebene parallel zu derjenigen des großen Polarisators. Man bemerkt sofort ein sehr lebhaftes Interferenzstreifensystem, welches aber verschwindet, wenn man den Analysator um 45^0 dreht; bei weiterer Drehung erscheint es wieder und wird am intensivsten, wenn der Drehungswinkel 90^0 beträgt, also wenn die Polarisationsebenen des großen Polarisators und des Analysators aufeinander senkrecht sind. Aber bei der nun entstandenen Erscheinung sind die Stellen der Lichtmaxima und Minima vertauscht in bezug auf die Stellen, welche die Maxima und Minima in der Erscheinung einnehmen, wenn der große Polarisator und der Analysator optisch parallel zueinander gerichtet sind. Diese Vertauschung läßt sich auch sofort konstatieren, wenn man in Verbindung mit der Beobachtungslupe ein mit Fadennetz oder Glasnetz versehenes Okularmikrometer benützt. Hiermit ist das vierte und das fünfte Gesetz erwiesen.

Anmerkung. Die unter III a) und b), ferner die unter IV und V erörterten Versuche sagen eigentlich mehr aus, als das dritte, das vierte und das fünfte Gesetz; denn diese Gesetze beziehen sich unmittelbar nur auf solche Erscheinungen, die bei gewissen, ganz speziellen Lagen der Polarisationsebenen entstehen. Hier sind jedoch die Lagen der Polarisationsebenen des ersten, großen

Polarisators R, die der beiden Zwillingspolarisatoren R_1 und R_2 und die des Analysators beliebig variierbar; die elementare Behandlung dieser allgemeinen Fälle wäre eine Erweiterung der Betrachtung der am Ende von I. und II. dieses Paragraphen befindlichen „Anmerkung". Indes ist eine derartige Erörterung hier nicht nötig und würde auch zu weit führen.

Alle die in diesem Paragraphen erwähnten Versuche gelangen stets sowohl mit Sonnenlicht, wie auch mit elektrischem Licht und erwecken eben durch ihre Einfachheit und ihre durch keinerlei Nebenerscheinungen getrübte Klarheit unmittelbar eine sichere Überzeugung der Richtigkeit dieser Gesetze.

V. Verallgemeinerung: Einfache experimentelle Darstellung der Interferenz beliebig polarisierter Lichtstrahlen.

§ 27. Babinets Kompensator als einfaches Hilfsmittel zur Herstellung beliebig polarisierter Strahlen.

Angeregt durch die Überlegungen und Resultate der §§ 23 bis 26, suchte ich nach einfachen Versuchsanordnungen, die geeignet wären, die Interferenz nicht nur linearpolarisierter, sondern in beliebig verschiedenen Ellipsen polarisierter zwei Strahlen unmittelbar darzustellen.

Von den verschiedenen Hilfsmitteln, die zur Herstellung elliptisch polarisierten Lichtes dienen, schien mir Babinets Kompensator für die obengenannten Zwecke am geeignetsten, weil derselbe eben das auf ihn fallende linearpolarisierte Licht sofort in ganz beliebig elliptisch polarisiertes Licht verwandeln kann.*

Der Apparat besteht bekanntlich im wesentlichen aus zwei Quarzkeilen mit sehr kleinen, gleichgroßen Brechungswinkeln, die in der, durch Figur 17 dargestellten Weise einander gegenüber

* Ausführliche Beschreibungen dieses Apparates, seine optische Wirkungsart, Gebrauchsweise findet man z. B. É. Mascart, Traité d'Optique, Tome II, Paris 1891, p. 57—60; P. Drude, Lehrbuch der Optik, Leipzig 1900, p. 237; II. Auflage 1906, p. 242; F. Kohlrausch, Leitfaden der praktischen Physik, IX. Auflage, Leipzig und Berlin 1901, p. 299—302; Ph. Pellin-Dubosq, Instruments d'Optique et de Précision. IV.e fascicule, Paris 1900, p. 35, 36.

gesetzt sind. Die optische Achse des einen Keiles liegt parallel seiner brechenden Kante, also normal zur Ebene des Brechungswinkels; die optische Achse des anderen Keiles liegt senkrecht zu seiner brechenden Kante, längs der größeren Kathetenfläche dieses Prismas. Die beiden Achsen sind also aufeinander senkrecht: die eine normal zur Ebene der Zeichnung, die andere in derselben, Fig. 17.

Ein Lichtstrahl beliebiger Natur falle nun normal auf die Vorderfläche dieser Vorrichtung: dringt derselbe in das erste Prisma,

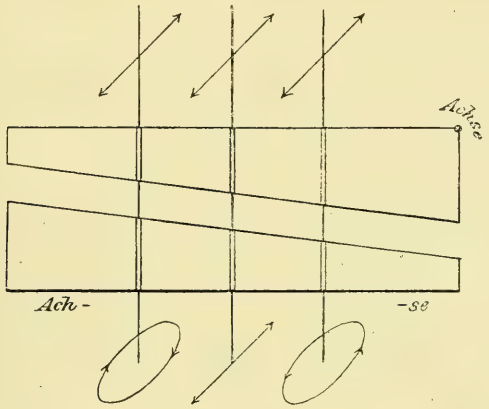


Fig. 17.

so zerfällt er in einen ordentlichen und einen außerordentlichen Strahl, die sich darin längs einer Geraden, nämlich längs der Fortsetzung des einfallenden Strahles fortpflanzen.

Der erste, ordentliche Strahl pflanzt sich schneller fort und ist im Hauptschnitt polarisiert, nämlich in der Ebene, welche den Strahl und die Richtung der optischen Achse enthält, diese Ebene ist hier senkrecht zur Ebene der Zeichnung. Der zweite, außerordentliche Strahl hat eine geringere Fortpflanzungsgeschwindigkeit und ist zum zugehörigen Hauptschnitt senkrecht polarisiert; seine Polarisationsebene liegt also hier in der Ebene der Zeichnung.

Treten nun diese beiden Strahlen aus dem ersten Prisma in Luft, so erleiden dieselben wegen der Kleinheit des brechenden

Winkels nur eine ganz zu vernachlässigende geringe Ablenkung und eine noch viel unbedeutendere Farbenzerstreuung.

Nun gelangen die beiden Strahlen zum zweiten Prisma, dessen Hauptschnitt senkrecht ist zu dem des ersten Prismas. Im zweiten Prisma behält also jeder der beiden eindringenden Strahlen seine Polarisationsebene bei; aber gerade deshalb muß der bisherige ordentliche Strahl nun im zweiten Keile als außerordentlicher Strahl, mit geringerer Geschwindigkeit fortschreiten; während der bisherige außerordentliche Strahl im zweiten Prisma nun als ordentlicher Strahl mit größerer Geschwindigkeit fortschreiten muß. Auch hier kann man von der durch den zweiten Keil verursachten Ablenkung und Farbenzerstreuung absehen.

Treten nun die betrachteten zwei Strahlen aus dem zweiten Prisma in Luft, so zeigen sie an der Austrittstelle im allgemeinen einen relativen Gangunterschied.

Hat nämlich etwa der eine austretende Strahl, bei dem Durchgange durch den Kompensator, als ordentlicher Strahl eine größere Strecke durchlaufen, als nachher als außerordentlicher Strahl, so ist es mit dem anderen austretenden Strahl eben umgekehrt der Fall, Fig. 17.

Einen Ausnahmefall bildet derjenige einfallende Strahl, längs dessen Fortsetzung die Dicke der beiden Quarzkeile eben einander gleich ist; dann durchlaufen die beiden Strahlenkomponenten im Doppelkeil ganz gleichwertige Wege und können beim Austritt aus dem Kompensator keinen relativen Gangunterschied besitzen; man sehe etwa den mittleren Strahl der Fig. 17, S. 213.

Im allgemeinen entstehen jedoch aus je einem einfallenden Strahl, zwei senkrecht aufeinander polarisierte Strahlen, die beim Austritt aus dem Kompensator stets relativen Gangunterschied besitzen; dieselben setzen sich also in der Luft zu einem in bestimmter Weise elliptisch polarisierten Strahl zusammen. Ferner ist noch besonders zu beachten:

α) Ist das einfallende Licht unpolarisiert, so ist dasselbe äquivalent der optischen Wirkung eines im allgemeinen regellos veränderlich polarisierten Strahles; dann ist auch das aus dem Kompensator tretende Licht von ebensolcher, schnell und regellos veränderlich elliptisch-polarisierter Beschaffenheit und macht, mit

einem Analysator untersucht, in bezug auf seine Intensität den Eindruck eines unpolarisierten Lichtes.

β) Ist aber der Polarisationszustand des einfallenden Lichtes in der Zeit unveränderlich, ist also dasselbe in bestimmter Weise polarisiert, dann entsteht auch aus jedem einzelnen einfallenden Strahl, bei dem Austritte aus dem Kompensator je ein Strahl von ganz bestimmtem, unveränderlichem, im allgemeinen elliptischen Polarisationszustand; dieser Zustand hängt nämlich ausschließlich von dem relativen Verhältnisse der Inten-

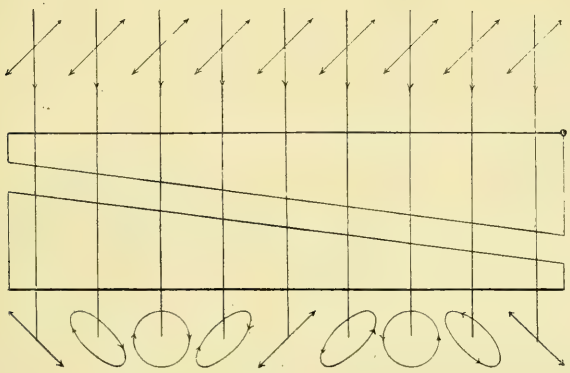


Fig. 18.

sitäten der aus dem einfallenden Strahle entstandenen, nun austretenden beiden Strahlenkomponenten und von deren relativem Gangunterschiede ab.

Nun ist aber der relative Gangunterschied solcher zwei, von je einem einfallenden Strahl entstehenden Strahlenkomponenten von der Eintritts- und daher auch von der Austrittsstelle im Kompensator abhängig, selbst dann, wenn alle eintretenden Strahlen ursprünglich denselben Polarisationszustand besitzen; daher ist auch der Polarisationszustand der aus verschiedenen Stellen des Kompensators austretenden Strahlen ein verschiedener.

Fig. 17 versinnlicht den Fall, wenn die Polarisationsebene des einfallenden Strahlenbündels mit der Ebene der brechenden Winkel des Kompensators 45^0 bildet; das Polarisationsbild der aus dem mittleren und aus den beiden symmetrisch gelegenen zwei

seitlichen Strahlen entstandenen, austretenden Strahlen zeigen die zu letzteren gezeichneten Ellipsen, deren mittlere gleich ist der Geraden des einfallenden Lichtes.

Fig. 18, S. 215, bezieht sich auf den Fall, wo das auf den Kompensator fallende Licht ein ebenso linearpolarisierten Bündel bildet, wie in Fig. 17, S. 213; es sind nun eine Anzahl äquidistanter solcher einfallender Strahlen ausgewählt, und zu ihren zugehörigen, austretenden Strahlen deren einzelne Polarisationsbilder gezeichnet. Die Strahlen sind so verteilt angenommen, daß der relative Gangunterschied der aus dem letzten und aus dem ersten einfallenden Strahl entstehenden, austretenden Komponenten eine Differenz gleich der Wellenlänge λ zeigt. Die aufeinander folgenden Strahlen zeigen untereinander je eine Differenz dieses Gangunterschiedes von $^1/_8\,\lambda$.

Der mittlere Strahl gibt zwei solche austretende Komponenten, die keinen gegenseitigen Gangunterschied zeigen; deshalb ist der Polarisationszustand dieses austretenden Strahles gleich dem des einfallenden, wie bei dem mittleren Strahl in Fig. 17, S. 213.

Anmerkung. Der eine Keil des Kompensators ist gewöhnlich beträchtlich kürzer als der andere, welch letzterer mittels einer Mikrometerschraube, senkrecht zur brechenden Kante, in der Fläche seiner größeren Kathete verschiebbar ist, während der kleinere Keil unbeweglich bleibt. Man kann demnach an jeder Stelle irgend eines austretenden Strahles jeden beliebigen Gangunterschied seiner beiden Komponenten erzielen, man kann also diesem Strahle jeden beliebigen Polarisationszustand erteilen, wenn man den beweglichen Keil passend verschiebt; man sehe auch Fig. 19, in welcher C den Kompensator bedeutet.

Untersucht man das so entstandene Strahlenbündel, nach dessen Austritt aus dem Kompensator mittels Analysators, indem man also das Bündel durch ein Nicolsches oder Rochonsches Prisma dringen läßt, hinter welchem sich das Auge des Beobachters befindet, welcher gegen den Kompensator zu blickt, dann gewahrt man bekanntlich folgende schöne Interferenzerscheinung: Ist der Polarisator des ursprünglich auf den Kompensator fallenden Lichtes und der soeben erwähnte Analysator optisch parallel gerichtet, dann erscheint längs des mittleren Strahles ein vertikales

Lichtmaximum, längs des ersten und des letzten Strahles je ein vertikales Minimum usf. Die mittlere Entfernung zweier aufeinander folgenden Minima im Kompensator heißt dessen Streifenintervall.

§ 28. Anwendung von Babinets Kompensator mit der neuen Versuchsanordnung zur Interferierung beliebig polarisierter Strahlen.

Wir setzen hier voraus, daß man nach dem Schema des § 24 und der Fig. 9, S. 201, das Fresnelsche Interferenzstreifensystem mittels Fresnels Zweispiegelapparat und des großen Achromaten genau hergestellt habe.

Nun wollen wir in den Weg der aus dieser Linse getretenen zwei Bündel nach Schema der Fig. 19 einen großen Polarisator, am besten das große Rochonsche Prisma R setzen; dadurch werden beide Bündel in gleicher Weise linearpolarisiert, aber von ihrer Fortpflanzungsrichtung nur unmerklich abgelenkt.

Hierauf bringe man einen guten Babinetschen Kompensator in der Weise in den Weg der aus diesem Polarisator ausgetretenen zwei Strahlenbündel, daß die von denselben erzeugten reellen Bilder s_1 und s_2 der ursprünglichen Lichtquelle S, Fig. 9, etwa in die Mittelebene der Kompensatorplatten fallen, also etwa in die Mittelebene der Vorder- und der Hinterfläche des Kompensators, Figg. 9 und 19.

Da nun S, Fig. 9 S. 201, ein sehr enger Spalt ist, welcher senkrecht auf der Ebene der Zeichnung der Figg. 9 und 19, also senk-

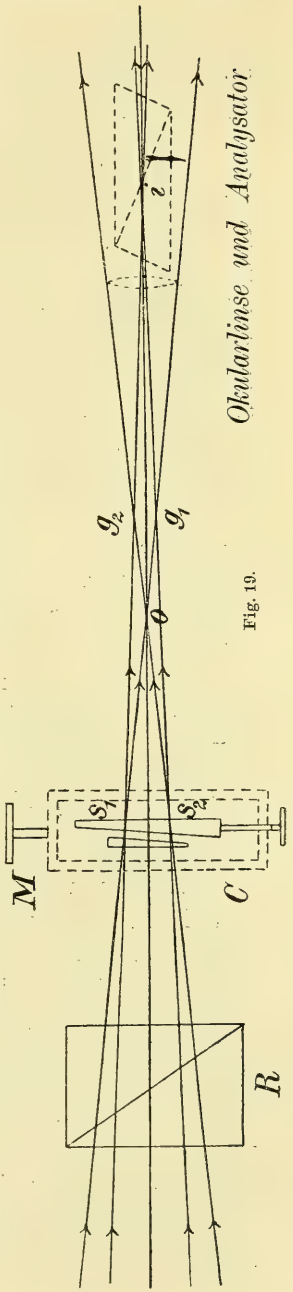


Fig. 19.

recht auf der Interferenzebene steht, durch welchen ein sehr intensives Lichtbündel strömt, so müssen auch die virtuellen Bilder S_1 und S_2 dieses Spaltes, Fig. 9, welche formal kongruent sind mit S, senkrecht zur Ebene der Zeichnung sein. Ebenso folgt unmittelbar, daß die reellen Bilder s_1 und s_2 von S_1 und S_2 sehr scharfe, sehr schmale intensive Bilder sind, die ebenfalls senkrecht zur Ebene unserer Zeichnungen Fig. 9 und 19 liegen. Nun ist das mittlere Streifenintervall unseres von der Firma Duboscq (Ph. Pellin) herrührenden Babinetschen Kompensators etwa dreieinhalb Millimeter, während die Breite jedes der Bilder s_1 und s_2 nur einen ganz geringen Bruchteil eines Millimeters beträgt; man kann dieselben also in erster Annäherung sehr wohl als Lichtlinien betrachten.

Man beachte nun, daß sowohl, wie schon erwähnt, die Längsrichtung des Spaltes S wie die seiner virtuellen Bilder S_1 und S_2, ebenso wie die deren reeller Bilder s_1 und s_2, ferner die Grenzebenen des planparallelen Polarisators R, ebenso wie die Keilebenen und die brechenden Kanten der Prismen des Polarisators alle senkrecht sind zu der Ebene unserer Zeichnungen, also alle senkrecht zur Interferenzebene.

Betrachten wir nun die optische Wirkung des Kompensators auf die ihn durchdringenden beiden Bündel. Dieselben verändern bei ihrem Durchgange ihre Richtung nur ganz unmerklich, aber sie passieren den Kompensator an ihren engsten Stellen, gleichsam als Lichtlinien; also verwandeln sie sich wie die einzelnen Strahlen der Fig. 18 in enge Strahlenbündel von im allgemeinen verschiedener elliptischer Polarisation, die nun ihren Weg weiter fortsetzen, um dann zu interferieren, Fig. 19, S. 217.

Jedes dieser beiden nun austretenden Bündel befindet sich also in einem ganz bestimmten Zustande elliptischer Polarisation; dieser Zustand hängt aber ab vom Polarisationsazimut des auf den Kompensator fallenden linearpolarisierten Lichtes und von dem Orte, an welchem die scharfe Lichtlinie des Bündels auf den Kompensator fällt.

Man kann jedes Bündel nach dem Austritt aus dem Kompensator einzeln für sich untersuchen, etwa bei Abdeckung des andern Bündels, und seinen Polarisationszustand feststellen.

Verändert man also einerseits durch Drehung um seine Sehachse das Azimut des großen Polarisators R, und ändert man anderseits die Orte der scharfen Linienbilder s_1 und s_2 im Kompensator, und zwar am besten mittels Neigungsänderung des einen Spiegels gegen den andern in FRESNELs Zweispiegelapparat, so kann man mit diesen einfachen Hilfsmitteln ohne weiteres erreichen, daß zwei Lichtbündel von ganz beliebiger elliptischer Polarisation im Raume og_1g_2i zur Interferenz gebracht werden, Fig. 19 S. 217.

Gewöhnlich kann man die einfachste Anordnung treffen, daß die Polarisationsebene des großen Polarisators R mit der Interferenzebene den Winkel von 45° bildet; dann zeigt Fig. 18, S. 215, den Polarisationszustand der aus dem Kompensator tretenden Strahlen; man kann nun, wie oben erwähnt, nach Anordnung der Fig. 19, beliebige zwei dieser Strahlen zur Interferenz bringen.

§ 29. Darstellung des allgemeinsten Falles der Nicht-Interferenz: Die in entgegengesetzten, konjugierten Ellipsen polarisierten Strahlen. Analyse des Resultates.

Die Transversalität der Lichtvektoren folgte aus dem ersten und dem zweiten ARAGO-FRESNELschen Gesetze mit zwingender Notwendigkeit; ebenso zeigte es sich, daß das Bild eines Lichtvektors im allgemeinen durch eine zum Strahl normale Ellipse dargestellt werden kann.

Nun suchte G. G. STOKES diejenigen allgemeinsten Bedingungen*, unter welchen zwei in verschiedener Weise elliptisch polarisierte kohärente Lichtstrahlen auch bei ganz beliebigem Ganguntersch ied nicht interferieren. Er suchte also denjenigen allgemeinsten Fall, wenn bei Zusammentreffen zweier polarisierter Lichtstrahlen die resultierende Beleuchtung gleich ist der algebraischen Summe der Einzelbeleuchtungen der beiden Strahlen.

Er fand nun, daß der allgemeinste Fall der Nicht-Interferenz eintritt, wenn die Vektorenellipsen der beiden Strahlen einander ähnlich sind, dabei in derselben Ebene liegen und gegeneinander

* G. G. STOKES, Fußnote des §. 13 dieser Mitteilung, S. 178; *Papers* Vol. III, Cambridge 1901, p. 239—241.

um 90^0 verdreht sind und wenn noch diese Vektorenbahnen in entgegengesetzten Richtungen beschrieben werden, wie dies Fig. 20 zeigt. Er nannte diese Strahlen entgegengesetzt polarisierte Strahlen; dieselben hatte schon früher G. B. AIRY* bemerkt und sie konjugierte Strahlen genannt. Wenn die beiden Ellipsen in Kreise übergehen, so werden sie entgegengesetzt zirkularpolarisierte Strahlen; wenn sie in Gerade übergehen, dann sind sie senkrecht zueinander linearpolarisierte Strahlen. Der Gangunterschied der beiden Strahlen jedes Paares kann dabei ganz beliebig sein.

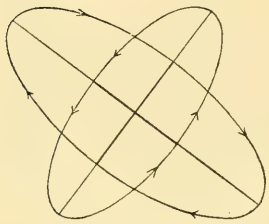


Fig. 20.

Es wäre also ein Irrtum zu denken, daß, wenn zwei in nicht bekannter Weise polarisierte Strahlen miteinander nicht interferieren, dieselben nun ausschließlich senkrecht zueinander linearpolarisierte Strahlen sein müssen. Aus der Tatsache der Nicht-Interferenz folgt mit zwingender Notwendigkeit nur das, daß solche zwei polarisierte Strahlen nur konjugierte Strahlen sein können.**

* G. B. AIRY, Cambridge Philosophical Transactions, Vol. IV, 1831, p. 79 und 198.

** Es ist nicht uninteressant hier zu erwähnen, daß J. STEFAN in einer seiner Arbeiten: „Ein Versuch über die Natur des polarisierten Lichtes usf.", *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien* (2), Bd. L, 1864, p. 380—389, aus einem derartigen Falle der Nicht-Interferenz den Schluß zog, daß natürliches (unpolarisiertes) Licht ausschließlich aus solchen linearpolarisierten Strahlen bestehe, welche ihre Polarisationsebenen und ihre Amplituden in sehr kurzen Zeitintervallen regellos ändern. Indes wies É. VERDET nach [„Étude sur la constitution de la lumière non polarisée et de la lumière partiellement polarisée", welche Arbeit eigentlich einen Kommentar zu der vielgenannten, auch in § 13 dieser Mitteilung zitierten STOKESschen Abhandlung über diesen Gegenstand bildet, Annales scientifiques de l'École Normale Supérieure, Tome II, 1865, p. 291, oder É. VERDET, Oeuvres Tome I, (Mémoires I.) Paris 1872, p. 281—312, besonders p. 300—303], daß STEFANS Schlußfolgerung keine zwingende sei, obwohl sie ein möglicher spezieller Fall sein könne, und daß das Irrtümliche in STEFANS Überlegungen daher entstand, daß er die optische Wirkung der entgegengesetzt elliptisch-polarisierten Strahlen verkannte. STEFAN bekannte diesen Irrtum später selbst ein: *Sitzungsberichte der k. Akademie*

Mittels unserer Versuchsanordnung, Fig. 19, S. 217, kann nun dieser AIRY-STOKESsche allgemeine Satz mit der größten Leichtigkeit und mit unfehlbarer Sicherheit experimentell erwiesen werden.

Behält man nämlich die im letzten Absatze des vorigen Paragraphen benutzte Anordnung bei, nämlich, daß die Polarisationsebene des großen Polarisators R mit der Interferenzebene 45^0 bildet, so braucht man nur die gegenseitige Neigung der zwei Spiegel im FRESNELschen Zweispiegelapparat, und damit also zugleich auch die Entfernung $s_1 s_2$ der beiden reellen Lichtlinien s_1 und s_2 voneinander so zu ändern, daß $s_1 s_2$ gleich sei der Hälfte des Streifenintervalls des Kompensators. Es sind dann die so durch den Kompensator gedrungenen zwei Strahlenbündel zueinander stets entgegengesetzt polarisiert und zwar sind es entweder senkrecht aufeinander linearpolarisierte zwei Bündel oder entgegengesetzt zirkular-polarisierte, oder schließlich im allgemeinen zueinander entgegengesetzt elliptisch-polarisierte zwei Bündel.

Fig. 18, S. 215, zeigt die Vektorenbilder solcher konjugierter Strahlen: der erste und der fünfte Strahl, ebenso der fünfte und der neunte Strahl sind solche Paare, deren je zwei Strahlen in zueinander senkrechten Ebenen polarisiert sind; ferner sind der dritte und der siebente Strahl zueinander entgegengesetzt zirkularpolarisierte Strahlen; schließlich bilden der zweite und der sechste, ebenso wie der vierte und der achte Strahl je ein Paar solcher entgegengesetzt elliptisch-polarisierter Strahlen.

Man sieht daher unmittelbar ein, daß in dem Falle, wenn die reellen Bilder s_1 und s_2, also die engsten Stellen der beiden Lichtbündel als scharfe Lichtlinien, voneinander um das halbe Streifenintervall entfernt, auf den Kompensator fallen: die durchgegangenen Bündel im Interferenzraume keine Interferenz zeigen dürfen.

Die ausgeführten Versuche bestätigen nun die Richtigkeit dieser Voraussetzung vollkommen. Ich benutzte den schon in § 27 und 28 erwähnten Kompensator in der in diesem Paragraphen,

der Wissenschaften zu Wien (2), LXVI, 1872, p. 427, siehe auch die erste Fußnote des § 18, S. 186 dieser Mitteilung; diesen Umstand berührt auch E. MACH in seiner in § 19, S. 188 dieser Mitteilung zitierten Abhandlung, p. 209 und 210.

S. 217, beschriebenen Weise und montierte ihn auf eine feste vertikale Metallsäule derart, daß der ganze Kompensator für sich allein verschoben werden konnte, und zwar parallel zu seinen beiden äußeren Kathetenflächen, senkrecht zu seinen brechenden Kanten; mit einem Worte, der Kompensator konnte im ganzen senkrecht zu den auffallenden Bündeln horizontal verschoben werden; dies erreichte ich mittels einer größeren Mikrometerschraube, siehe auch *M*, Fig. 19, S. 217.

Bei dieser Anordnung zeigt sich nun in der Mitte des Sehfeldes eine gleichmäßige Helligkeit, und zwar bei jeglicher oben erwähnten Verschiebung des ganzen Kompensators. Mit Sonnenlicht konnte ich es nicht erreichen, daß das ganze Sehfeld auf einmal ganz gleichförmige Intensität darbot; es zeigte sich aber eine solche Gleichmäßigkeit bei richtiger Einstellung sehr gut in der Mitte des Gesichtsfeldes, während oben und unten schwache Spuren von Interferenzstreifen sichtbar wurden. Bei einer geringen Drehung des Polarisators oder des Kompensators um deren gemeinsame Sehachse nimmt der Fleck gleichmäßiger Helligkeit im Sehfelde stets eine andere Stelle ein.

Ebenso bleibt die soeben beschriebene ganze Erscheinung unverändert, wenn man den beiden Keilen des Kompensators gegeneinander eine beliebige Verschiebung erteilt, jedoch die übrigen Anordnungen unverändert beibehält.

Damit ist der AIRY-STOKESsche allgemeine Satz von der Nicht-Interferenz zweier in konjugierten Ellipsen polarisierter Strahlen experimentell erwiesen.

Anmerkung. Dieselbe Erscheinung entsteht ebenso leicht, wenn die Entfernung der beiden auf den Kompensator fallenden scharfen Lichtlinien s_1 und s_2 voneinander nicht nur eine Intervallhälfte beträgt, sondern drei oder fünf usf. Intervallhälften.

Analyse des Sehfeldes. Die in obigen Versuchen dieses Paragraphen erzielte gleichmäßige Erleuchtung des Sehfeldes verschwindet im allgemeinen sofort, wenn man den Interferenzraum mit einem drehbaren Analysator untersucht: dieser macht es sofort erkennbar, daß im Sehfelde gleichzeitig zwei Interferenzstreifensysteme vorhanden sind, die sich jedoch so übereinander lagern, daß die Maxima des einen auf die Minima des anderen

fallen und umgekehrt; so entsteht im Sehfelde die gleichmäßige Helligkeit. Mittels Drehung des Analysators überzeugt man sich, daß die Strahlen, welche das eine Interferenzstreifensystem erzeugen, untereinander in gleicher Weise linearpolarisiert sind, ebenso wie die Strahlen, welche das andere Streifensystem erzeugen, ebenfalls untereinander in gleicher Weise linearpolarisiert sind. Der Versuch zeigt ferner, daß diese zwei Interferenzstreifensysteme aus zueinander senkrecht polarisiertem Lichte bestehen; dreht man nämlich den Analysator, so ändert sich diese Erscheinung im Sehfelde; ist etwa die Polarisationsebene des Analysators senkrecht zur Ebene der Interferenz, dann ist das eine Interferenzsystem ganz verschwunden, während das andere mit vollkommen genau entwickelten hellen und dunklen Streifen erscheint; die Erscheinung wird die komplementäre, wenn die Polarisationsebene des Analysators in die Ebene der Interferenz fällt.

Der große Polarisator R bildet dabei mit seiner Polarisationsebene stets 45^0 mit der Interferenzebene; ist nun der Analysator optisch parallel oder senkrecht zum Polarisator gerichtet, dann zeigt die Mitte des Sehfeldes stets eine gleichförmige Helle, gerade so, als ob der Analysator nicht vorhanden wäre.

§ 30. Scheinbares optisches Paradoxon. Ergänzungen und Schlußbemerkungen.

Die Versuchsanordnung sei dieselbe wie im vorigen Paragraphen, Fig. 19, S. 217, nämlich die Polarisationsebene des großen Polarisators R bilde den Winkel von 45^0 mit der Interferenzebene; ferner sei die Entfernung der auf den Kompensator fallenden zwei scharfen, linienförmigen, reellen Bilder s_1 und s_2 voneinander gleich einer ungeraden Anzahl der Intervallhälfte des Kompensators. Man kann dann die aus diesem tretenden Lichtbündel einzeln, gesondert untersuchen, etwa mittels eines Viertelundulationsplättchens, und so ihren entgegengesetzt elliptischpolarisierten Zustand konstatieren; im Interferenzraum og_1g_2i, Fig. 19, wo sie einander durchdringen, zeigt sich ohne Analysator keine Interferenz. Es sind aber, wie wir Ende des vorigen Paragraphen ausführlich erwähnt haben, in diesem Raume gleichzeitig zwei aufeinander gelagerte

Interferenzstreifensysteme vorhanden, die zusammen gleichmäßige Helligkeit erzeugen, die aus zueinander senkrecht linearpolarisiertem Lichte bestehen und die, wie schon bemerkt, mittels Analysators erkannt, voneinander getrennt und nacheinander untersucht werden können.

Diese Versuchsanordnung möge nun beibehalten werden, jedoch werde der große Polarisator R entfernt; untersucht man nun jedes der aus dem Kompensator tretenden zwei Bündel gesondert, so zeigt keines auch nur eine Spur von Polarisation; im Interferenzraume og_1g_2i entsteht aber genau die Erscheinung, wie diejenige, welche auftritt, wenn sich der große Polarisator mit dem Polarisationsazimut 45° vor dem Kompensator befindet.

Mit anderen Worten: Die aus ursprünglich unpolarisiertem Lichte herrührenden, durch den Kompensator gedrungenen zwei Lichtbündel verhalten sich einzeln, mittels Analysators untersucht, in bezug auf ihre Intensität ganz wie unpolarisiertes Licht; sie erzeugen zwar im gemeinsamen Interferenzraume eine gleichförmige Helligkeit, dieselbe ist aber, wie nun der Analysator beweist, das Resultat der algebraischen Übereinanderlagerung zweier Interferenzsysteme, die aus zueinander senkrecht polarisiertem Lichte bestehen und die in bezug auf Intensität einander ausgleichen. Demnach können zwei Lichtbündel, von denen keines äußerlich auch nur eine Spur von Polarisation zeigt, bei ihrer Interferenz linearpolarisiertes Licht hervorrufen.

Man kann den Grund dieses Verhaltens leicht einsehen: Jedes der beiden soeben betrachteten, aus dem Kompensator tretenden Lichtbündel besteht aus je zwei zueinander senkrecht linearpolarisierten Strahlenkomponenten, deren Amplituden und relativen Phasendifferenzen jedoch sehr schnell wechseln; die Interferenz der horizontalen Vektorenkomponenten erzeugt das erste Interferenzstreifensystem; die Interferenz der vertikalen Vektorenkomponenten erzeugt das zweite solche System. Die Streifen der beiden Systeme können nur dann koinzidieren, wenn der relative Gangunterschied der austretenden horizontalen Komponenten derselbe ist wie der relative Gangunterschied der austretenden verti-

kalen Komponenten; in allen anderen Fällen kann keine Streifenkoinzidenz stattfinden.

In unserem speziellen Versuchsfalle beträgt die Differenz der relativen Gangunterschiede beider Strahlen $\frac{\lambda}{2}$.

Anmerkung I. Diese scheinbar paradoxe Erscheinung läßt sich auch etwas allgemeiner darstellen:

Es sei Δ die Entfernung der beiden scharfen Linienbilder s_1 und s_2 voneinander, $2D$ das Intervall des Kompensators; sei nun $\Delta > D$, man kann dann mittels Drehung des Kompensators um seine Sehachse stets erreichen, daß das Interferenzstreifensystem im Interferenzraume verschwindet. Bedeutet nämlich φ den Winkel zwischen der Interferenzebene und der Ebene der brechenden Winkel des Kompensators, dann ist die Bedingung für das Verschwinden des Interferenzstreifensystems:

$$\Delta \cdot \cos \varphi = D \quad \text{oder} \quad = 3D \quad \text{oder} \quad = 5D \text{ usf.},$$

sodaß bei geeigneter Wahl von Δ zwischen 0 und 90^0 mehrere Werte von φ möglich sind, die obiger Bedingung genügen; dieser Versuch gelingt immer ganz leicht.

Anmerkung II. Ist $\varphi = 90^0$, dann ist das im Interferenzraum stehende Streifensystem ein ebensolches, als ob der Kompensator überhaupt nicht vorhanden wäre; ist $\varphi = 270^0$, so ist letzteres Streifensystem um ein ganzes Streifenintervall verschoben, usf.

* * *

Ich erfülle schließlich eine angenehme Pflicht, wenn ich auch an dieser Stelle den damaligen Lehramtskandidaten Ernst Homor und Stefan Jakucs meinen besten Dank ausspreche. Diese Herren hatten die Freundlichkeit, die zu meinen Vorträgen und zu der experimentellen Demonstration gebrauchten großen Zeichnungen, sowie diejenigen der in diesem Texte gedruckten Figuren mit großer Mühe und Sorgfalt anzufertigen.

SITZUNGSBERICHTE.*

I. In den Sitzungen der III. (mathematisch-naturwissenschaftlichen) Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften wurden im Jahre 1903 von den nachbenannten Autoren die folgenden Arbeiten vorgelegt:

Sitzung am 19. Januar 1903.

1. Josef Kürschák, k. M.: *Bemerkungen zur allgemeinen Eliminationstheorie.*
2. Georg Marikovszky: *Neuere Daten zur Lehre vom Labyrinthreflex.* Vorgelegt vom o. M. Andreas Högyes.

Sitzung am 16. Februar 1903.

1. Anton Koch o. M.: *Die fossilen Fische des Beocsiner Zementmergels.* Ausführlich erschienen in den *Annales Musei Nationalis Hungarici* 1904, p. 35—72.
2. Maurus Réthy o. M.: *Über das Prinzip der Aktion und über die Klasse mechanischer Prinzipien, der es angehört.* (Siehe p. 289—291 des XX. Bandes der *Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Berichte aus Ungarn.* Ausführlich erschienen in den *Mathematischen Annalen* Bd. 58, p. 169—194 und Bd. 59, p. 572.
3. Tomas Kosutány, k. M.: *Daten zur Kenntnis des Weizenmehles und Weizenklebers.*
4. Julius Istvánffi, k. M.: *Über die Lebensfähigkeit der Botrytis-, Monilla- und Coniothyriumsporen.*

---

* In dieser Abteilung geben wir eine Übersicht der in den Sitzungen der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften und der kgl. Ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft gelesenen Arbeiten, Vorträge und Vorlesungen. Ein Teil derselben ist entweder dem ganzen Umfange nach oder in längerem Auszuge im vorangehenden Teile dieses Bandes enthalten; dieser Umstand ist auch bei den betreffenden, hier der Vollständigkeit wegen angeführten Titeln angedeutet.

5. Derselbe: *Über das gleichzeitige Erscheinen von Ithyphallus impudicus und Coepophagus echinopus in den ungarischen Weingärten.*
6. Eugen Bernátsky: *Morphologische Beurteilung des Ruscus-Phyllocladiums auf anatomischer Grundlage.* (Siehe p. 113—118 dieses Bandes.)

Sitzung am 16. März 1903.

1. Karl v. Than, k. M.: *Über Kohlenmonosulfid.* In Anschluß an diesen Vortrag öffnete der anwesende Generalsekretär den vom o. M. Karl v. Than am 28. Januar 1901 im Archiv der Akademie zur Aufbewahrung deponierten Brief, der als ersten Punkt das Folgende enthält: 1. Bei Zusammenschütteln von Natriumamalgam und Kohlendisulfid entsteht unter heftiger Erwärmung eine Verbindung, die im Wasser unter Ausscheidung von Quecksilber in violetter Farbe löslich ist. Die Lösung sättigt man mit Hydrogensulfid, um das gelöste Quecksilber abzuscheiden. Wird die filtrierte Lösung zum Teil mit Bleiacetat niedergeschlagen, so gewinnt man einen schwarzen Satz, dessen Zusammensetzung nahezu $PbCS_3$ ist. Wird diese Verbindung erhitzt, so entwickelt sich ein Gas, dessen Zusammensetzung dem Kohlenmonosulfid CS entspricht. Aus der Dichtigkeit des Gases ergab sich das Molekulargewicht 43,37. Alkoholige Natronlauge absolvierte das Gas beinahe vollständig. (Exp. Daten meines eigenen Protokolls 21. XI. 1891, p. 35. — Prot. I. des Lab. p. 111.)
2. Adolf Ónodi, k. M.: *Das Verhältnis der Nebenhöhlen der Nase zu Kanälen der Sehnerven.*
3. Stefan Rátz: *Über eine neue Gattung der Trematoden.* Vorgelegt vom k. M. Géza v. Horváth.

Sitzung am 20. April 1903.

1. Géza v. Horváth, o. M.: *Die Hemipteren-Fauna Serbiens.*
2. Julius König, o. M., legt sein Werk vor: *Einleitung in die allgemeine Theorie der algebraischen Größen.*
3. Adolf Ónodi, k. M.: *Beiträge zur Kenntnis der Stirnhöhle.*
4. Johannes Frischauf: *Die Kubatur des Tetraeders in der absoluten Geometrie.* (S. *Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn* Bd. XX, p. 92—95.) Vorgelegt vom o. M. Maurus Réthy.
5. Fritz Konek: *Eine neue Methode zur schnellen Bestimmung des Schwefels.* Vorgelegt vom o. M. Béla Lengyel.
6. Gustav Melczer: *Über den Aragonit von Urvölgy.* (Ausführlich deutsch erschienen in der *Zeitschrift für Kristallographie* XXXVIII.) Vorgelegt vom k. M. August Franzenau.

Sitzung am 18. Mai 1903.

1. Ernst Jendrassik, o. M.: *Die Grundsätze der Bewegungseinrichtung des Organismus mit Berücksichtigung der Funktion der einzelnen Muskeln.* (Vgl. p. 264 dieses Bandes.)
2. Eugen Daday, k. M.: *Mikroskopische Tiere aus den Süßwässern von Turkestan.*
3. Béla Mauritz: *Neuere Daten über den Pyrit von Porkura.* Vorgelegt vom o. M. Josef Krenner.
4. Josef Toborffy: *Über den Chalcopyrit von Pulacago.* Vorgelegt vom o. M. Josef Krenner.
5. Géza Farkas und Elemér Scipiades: *Über die molekularen Konzentrationsverhältnisse des Blutserums und Fruchtwassers bei Schwangeren.* Vorgelegt vom k. M. Franz Tangl.
6. Karl Schilberszky: *Über die numerischen Schwankungen der Bestandteile der Blume.* Vorgelegt vom o. M. Julius Klein.

Sitzung am 22. Juni 1903.

1. Alois Schuller, o. M.: *Destillation in luftleeren Quarzgefäßen.*
2. Franz Wittmann, o. M.: *Objektive Darstellung des Stromes der Leydener Flasche.* Vorgelegt vom o. M. Alois Schuller.
3. Wilhelm Róth-Schultz, Kornel Körösy und Géza Lobmayer: *Zur Physiologie der Aufsaugung.* Vorgelegt vom o. M. Ferdinand Klug.
4. Franz Herczog: *Daten zur Kenntnis der Urethra.* Vorgelegt vom o. M. Michael Lenhoséк.

Sitzung am 19. Oktober 1903.

1. Wilhelm Schulek, o. M.: *Apparate zur Demonstration der gemeinsamen Funktion des Augenpaares.*
2. Ferdinand Klug, o. M.: *Der Einfluß des Blutdruckes und der Temperatur auf das Herz.*
3. Maurus Réthy, o. M.: *Das Ostwaldsche Prinzip in der Mechanik.*
4. Andreas Högyes, o. M.: *Bericht über die Tätigkeit des Budapester Pasteur-Institutes im Jahre 1902.* (S. Bd. XX der *Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Berichte aus Ungarn* p. 49—54.)
5. Georg Csorba: *Über die zweifache Partitionen.* Vorgelegt vom o. M. Gustav Rados.

Sitzung am 16. November 1903.

1 Maurus Réthy, o. M.: *Das Ostwaldsche Prinzip vom Energieumsatze.*
2. Josef Árkövy: *Die Bedeutung des Diverticulum Tomes-Zsigmondyi, des Cingulum an den oberen lateralen Schneidezähnen und des Foramen coecum molarium* (Milleri) *in phylogenetischer Beziehung.*

Sitzung am 14. Dezember 1904.

1. Alexander v. Kalecsinszky, k. M.: *Über die Akkumulation der Sonnenwärme in verschiedenen Flüssigkeiten.* (S. p. 1—24 dieses Bandes.)
2. Rudolf v. Kövesligethy, k. M.: *Referat über den II. internationalen seismographischen Kongreß.*
3. Stefan Bugárszky, k. M.: *Eine neue Methode zur quantitativen Bestimmung des Aethylalkohols.*
4. Edmund Krompacher: *Untersuchungen über die gegenseitige Beziehung der Oberhaut, des Endothel und des Bindegewebes.* Vorgelegt vom o. M. Andreas Högyes.
5. Béla Alexander: *Beiträge zur Kenntnis der knorpeligen Wirbel.* Vorgelegt vom o. M.: Ludwig Thanhoffer.
6. Zoltán Vámossy: *Über die Fähigkeit der Leber zur Zurückhaltung von Giften.* Vorgelegt vom o. M. Ludwig Thanhoffer.

II. In den Sitzungen der Königl. Ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft wurden im Jahre 1903 die folgenden Vorlesungen gehalten:

A) Fachsektion für Zoologie.

(Referiert von Alexander von Gorka.)

Sitzung vom 2. Januar 1903.

1. J. Lósy hält einen Vortrag „*Über die Entwickelung und den biologischen Wert des Geweihs*“ und faßt das Resultat seiner Untersuchungen dahin zusammen, daß das abgeworfene Geweih ein rudimentäres Organ sei, u. z. eine mit Callus regenerierte Apophysis, welche ihrer physiologischen Natur entsprechend überwuchert. Im Knochengewebe derselben bildet sich der Achsen- und der Krustenteil unabhängig von einander, d. i. selbständig aus. Das Grundgewebe des Achsenknochens besteht aus einem Bindegewebe und zwar aus dem angehäuften Bindegewebe des in Entzündung befindlichen Periostium. Dasselbe verknöchert unmittelbar und durchläuft hintereinander drei Aufsaugungen. Der Zweck der Resorptionen ist die Ausdehnung der Markhöhlen u. z. zu dem Behufe, damit dieselben sich mit den Markhöhlen des Rosenstockes vereinigen und solcher Art das Geweih Bestand habe. Das Geweih hat heute nur in zwei Fällen Bestand, u. z. bei den nebeneinander erscheinenden, von Altum als Doppelköpfigkeit bezeichneten Mißbildung und bei dem Perrückengeweih, im ersten Falle zeitweilig, im letzten Falle beständig, da es mit einer schützenden Ektoderma-Hülle bedeckt ist. An dem selbständig sich entwickelnden

Krustenbein ist der rudimentäre Charakter noch auffälliger, weil dieser Teil unmittelbar unter der rudimentären Haut liegt. Die Grundursache der unvollkommenen Entwickelung und des Abwerfens des Geweihes ist die Veränderung der Mooshaut. Ursprünglich war das Geweih mit einer andersartigen Hauthülle bedeckt, welche in Übereinstimmung mit der Schutzhülle der übrigen Hornbildungen nur aus Horn bestanden haben kann. Das Geweih ist das Rudiment eines Horns mit hoher Rose und kompakten diploen Achsenbein; die Entstehung desselben ist bei der Subfamilie *Antilopina* der Miocänzeit zu suchen. In diesem Zeitraum begegnen wir bereits dem Anzeichen einer Abwerfung. Es gibt Arten (*Palaeomeryx*, *Cosoryx)*, von denen zweierlei Hörner bekannt sind, u. z. die apophysischen Spießer der jungen, und das gestreckte gablige Geweih des alten Tieres. Hier legte der Vortragende das zu Borbolya (Komitat Sopron) aufgefundene Horn einer *Palaeomeryx*-Art der Miocänzeit vor, welches die direkte Fortsetzung des Stirnzapfens bildet und nur an der Spitze mit Horn bedeckt war. Seiner Ansicht nach hat sich das Geweih aus solchen Hornbildungen entwickelt und im Diluvium den höchsten Grad seiner Überwucherung erlangt, aber eine Verkümmerung dauert fort und schon heut zu Tage gibt es Gebiete, wo die Hirsche kein Geweih tragen.

2. A. Bálint verliest seine Kritik des ersten Teiles der *Allgemeinen Entwickelungsgeschichte* von J. Perényi (Pozsony, 1903, ungarisch). Die Kritik bezeichnet das Werk als ein unverläßliches, welches für die ungarische Literatur keinen Gewinn bedeutet.
3. E. Csiki trägt einen Auszug seiner *Geschichte der ungarischen Malakologie* vor. Der erste ungarische Malakologe war Ignaz Born aus Gyulafehérvár, der zur Zeit Maria Theresias zum Wiener Museum kam und das Verzeichnis der Schneckensammlung desselben in einem dicken Bande zusammenstellte. Im Geiste Linnés ist erst in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ein ungarischer Fachmann erstanden in der Person von A. Lárp, Apothekers zu Nyitra, der als erster das Verzeichnis der Weichtiere Ungarns (Index Molluscorum Pannoniae) zusammenstellte, welches jedoch erst 1849 in dem Werke von Hanák „Geschichte und Literatur der Zoologie in Ungarn“ (ungarisch) erschienen ist. Zur selben Zeit hat J. Sadler, Professor an der Universität Pest und Kustos am Nationalmuseum in der Umgebung von Budapest Schnecken gesammelt, allein sein diesbezügliches Werk „Testaceorum circa Budam et Pestinum“ hat sich nur als Handschrift erhalten. Die Mollusken-Fauna der siebenbürgischen Landesteile wurde hauptsächlich durch M. Bielz und seinen Sohn E. A. Bielz erforscht und beschrieben. Von letzterem ist unter zahlreichen Abhandlungen besonders seine „Fauna der Land- und Süßwasser-Mollusken Sieben-

bürgens" (deutsch) zu erwähnen, welche 1867 eine zweite Auflage erlebte. Es ist dies das erste Werk, in welchem die Weichtiere eines Teiles von Ungarn beschrieben sind. Auf Grund des von ungarischen Sammlern erhaltenen Materials haben sich auch ausländische Fachmänner mit der Fauna von Ungarn befaßt, so z. B. der Italiener Pellegrino Stobel, der im Jahre 1850 seine „Studi su la Malacologia ungherese" herausgegeben hat. Erst in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ist die erste Abhandlung über die Weichtiere Ungarns in ungarischer Sprache erschienen, u. z. von E. Frivaldszky. Ihm folgten Sp. Brusina und A. Mocsáry, sodann Erjavec, Jickeli und Margo. Zu Anfang der achtziger Jahre gewann die ungarische Malakologie in J. Hazay einen ausgezeichneten Bearbeiter. Seine Werke ernteten große Anerkennung und namentlich seine biologischen Beobachtungen suchen noch heute ihres Gleichen. Leider war es ihm damals nicht möglich, seine Werke in ungarischer Sprache herauszugeben und auch sein umfangreiches Werk „Die Mollusken-Fauna von Budapest" füllt zwei Bände einer deutschen Zeitschrift. Der Franzose Servain durchforschte die Fauna des Balaton, Hirc den Karst, M. v. Kimakowicz Siebenbürgen und K. Brancsik das Komitat Trencsén. In jüngster Zeit hat Traxler die Weichtiere der Umgebung von Munkács und R. Szép die der Umgebung von Közseg und Pozsony studiert; M. Kertész aber die Fauna des Komitates Bihar und E. Daday die des Balaton publiziert. Von ausländischen Fachmännern haben sich hauptsächlich Boettger, Clessin und Westerlund Verdienste auf diesem Gebiete erworben.

Sitzung vom 6. Februar 1903.

1. Der Vorsitzende Prof. G. Entz beglückwünscht im Namen der Sektion L. v. Aigner-Abafi, der mit seiner „*Monographie der Tagfalter Ungarns*" (ungarisch) den aus dem Bugát-Fond ausgesetzten Preis gewonnen hat; ebenso M. Csiki, der mit seinem Werke „*Die Prachtkäfer des Ungarischen Reiches*" (ungarisch) bei derselben Wettbewerbung Lob geerntet hat.
2. Alex v. Gorka referiert eingehend über folgende zoologische Fachwerke: a) Schneider, K. C., Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere, Jena 1902. b) Garbovsky, T., Morphogenetische Studien, Jena 1902. c) v. Fürth, O., Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere, Jena 1903. d) Höber, R., Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe, Leipzig 1902. e) de Vries, H., Die Mutationstheorie, Leipzig 1901—1903. f) Biometria Edited by Weldon, Pearson and Davenport, Cambridge 1902—1903.

3. K. Kertész legt eine südamerikanische Dipterenart *(Tachinisca cyanei ventris* n. sp. 9) vor, die er für den Repräsentanten einer neuen Familie der acalyptraten Musciden („*Tachiniscidae*") hält. Zugleich bespricht er die diesbezügliche Literatur und stellt die systematische Stelle der neuen Familie fest. (Eingehend beschrieben in Annales Musei Nationalis Hungarici. Vol. I. 1903, Pars prima, pag. 355—358).
4. E. Csiki legt zunächst eine neue ungarische Käferart vor, *Psyllodes Wachsmanni*, Csiki, die Fr. Wachsmann bei Novi im ungarischen Littorale gesammelt hat; sodann *Bembidium jordanense*, La Brûle, welche Art Joh. Pável im August 1876 bei Kékkő gefunden hatte; sie ist für ganz Europa, somit auch für die Fauna Ungarns neu; schließlich die von Reitter aus Griechenland beschriebene Käferart *Magdalis opaca*, die Joh. Pável bei Herkulesbad sammelte und die für die Fauna von Ungarn gleichfalls neu ist.

Sitzung am 6. März 1903.

1. A. Abonyi trägt seine morphologischen Untersuchungen *über den Darmkanal der Honigbiene (Apis mellifica L.)* vor, welche die histologischen Untersuchungen von Schiemenz und Nassonow in den Hauptzügen bestätigen. Von den neuen Beobachtungen des Vortragenden ist das Resultat am wichtigsten, wonach der Vorder- und Hinterdarm histologisch stets scharf von dem Mitteldarm gesondert ist, insofern am Ende des Vorderdarms die Chitinintima des Vorder- bzw. Hinterdarms mit der Basalmembran verschmilzt. Die Malpighischen Gefäße münden vor dieser scharfen Grenze des Hinterdarms in den Darmkanal, somit histologisch in den Mitteldarm, nicht aber in den Hinterdarm. Die sog. peritrophische Membran ist im Darmkanal der Biene stets vorfindlich. Laut dem Vortragenden bildet sich dieselbe aus dem durch den Drüsenteil des Zapfens ausgeschiedenen syrupdichten Sekret in der Weise, daß die in den Mitteldarm gelangte Nahrung diese Ausscheidung gleich einem geschlossenen Schlauche vor sich herschiebt. Ihre Wandung ist anfänglich sehr wasserhältig und wird nur durch die Wirkung der Verdauungssäfte der Mitteldarm-Epithelzellen membranartig. Die Entfernung des nach der Verdauung zusammenschrumpfenden peritrophischen Membrans wird durch die Valvula bewirkt, welche den untern Teil des Mitteldarms verschließt und unter der Einmündungsstelle der Malpighischen Gefäße liegt, die Chitinintima der Valvula ist zu diesem Behufe mit nach hinten gerichteten Chitindornen versehen. Die Abhandlung ist in extenso erschienen in „*Állatani Közlemények*" (II. Bd. 1903, pag. 137—168, Taf. XI—XIV).

2. E. Csiki hält einen Vortrag über *die Histeriden Ungarns* und beschreibt diejenigen orismologischen Charaktere, welche bei der systematischen Einordnung und Bestimmung der Histeriden von Wichtigkeit sind. Von den für die Fauna von Ungarn neuen Formen legte er gleichzeitig vor *Platysoma lineare,* Erichs, *Hister quadrimaculatus* var. *pelops,* Mars und *Hister stigmosus* Mars. Zur Bestimmung der ungarischen Arten dieser Familie hat derselbe auch eine Tabelle ausgearbeitet, die in *Állattani Közlemények* (II. Band, pag. 115—128) erschienen ist.
3. A. v. Gorka hält unter dem Titel „*Giftige Raupenhaare*" einen Vortrag über die Ursachen der durch die Haare der Raupen der Schmetterlinge *Arctia, Porthesia* und *Cnethocampa* an Mensch und Tier entstehenden Entzündung und eines dem Nesselausschlag ähnlichen Ausschlages. Die Wissenschaft bietet hierfür zweierlei Erklärungen. Laut der einen (Linstow, Nitsche, Neumann) beruht die Entzündung auf dem mechanischen Reiz, den die in die Haut, bzw. in den Ausführungsgang der Schweißdrüsen eindringenden Hakenhaare ausüben, laut der andern (Morren, Will, Goossens, Keller, Clifford, Fabre) aber ist es die Wirkung der giftigen Ausscheidung einer mit dem Haare in Verbindung stehenden Drüse. Dem Vortragenden ist es gelungen, aus den Haaren der Raupen von *Porthesia chrysorrhoea, L., Arctia capa L.* und *Bombyxrubi, L.,* mit Hilfe von Alkohol, Chloroformwasser und hauptsächlich Äther Stoffe zu extrahieren, die auf die Haut gebracht, dieselbe Entzündung verursachten, wie die von selbst abgebrochenen Raupenhaare, wogegen die derart behandelten Haare, — die, wie leicht eingesehen, keinerlei Strukturveränderung erleiden — keine Entzündung mehr hervorrufen. Die Experimente bezeugen entschieden die chemische Wirkung der Haare. Hierauf untersuchte der Vortragende, ob der die Entzündung verursachende Stoff bloß in den Haaren liegt oder auch in anderen Organen vorkommt und konstatierte, daß ein aus der Haut, den Malpighischen Gefäßen und dem Mastdarm zahlreicher Raupen und Imagina (von *Saturnia pyri,* Schiff, *Liparis dispar,* L., *Vanessa Jo.* L., etc.) gewonnene Extrakt gleichfalls Entzündungen hervorruft. Diese Beobachtungen, sowie Fabres Untersuchungen lassen es für wahrscheinlich erscheinen, daß der in den Raupenhaaren vorhandene Giftstoff ein bei den Insekten allgemein verbreitetes Produkt des Stoffwechsels ist, welches so zu sagen, Eigentum jedes Insektes ist, daß es aber geradezu bei den *Prozessionsraupen* eine so auffällige Wirkung hat, das ist die Folge der morphologischen Eigenschaften und Lebensweise der Raupen. Es ist nämlich in Betracht zu ziehen, daß die Raupen in großer Menge, gesellschaftlich leben, sich in einem gemeinsamen Neste häuten und so die mit der Giftdrüse in Verbindung

stehenden und mit der Haut sehr leicht ablöslichen Hakenhaare überdies mit den gleichfalls giftigen Stoffwechselprodukten, so besonders mit den Exkrementen in Berührung kommen.

Fabre hält den Giftstoff für *Cantharidin*; dem Vortragenden ist es jedoch mit dem in der gerichtlichen Chemie angewandten Dragendorff-Stasschen Verfahren kein einzigesmal gelungen Cantharidin nachzuweisen. Die chemischen Untersuchungen sprechen dafür, daß der aus Raupenhaaren hergestellt Extrakt Ameisensäure und organische Basen enthält. Das entschiedene Resultat der Eiweisreaktion spricht für die colloidale Natur der Lösung und der Umstand, daß die Wirkung des abgekochten Extrakts eine bedeutend geringere ist, läßt die Anwesenheit eines enzymartigen Stoffes als wahrscheinlich erscheinen.

Sitzung am 6. April 1903.

1. Der Vorsitzende Prof. G. Entz meldet die Trauerbotschaft vom Ableben J. V. Carus, dem ausgezeichneten Professor an der Universität Leipzig und schildert in Kürze die Verdienste, die seinen Namen in der Geschichte der Zoologie unsterblich machen.
2. St. v. Rátz spricht über *das Vorkommen von Bothriocephalus latus in Ungarn* und berührt zunächst die Umstände, durch welche die geographische Verbreitung der parasitischen Würmer beeinflußt wird und hält die für embryonale Entwicklung erforderliche Wärme für einen der wichtigsten Faktoren. So entwickeln sich die Eier des im Menschen lebenden *Ascaris lumbricoides* bei einer Temperatur unter 16° R nicht mehr und demzufolge ist derselbe auf Island unbekannt. Die Verbreitung der parasitischen Würmer wird auch durch das Vorkommen ihrer temporären Wirte sehr nachdrücklich beeinflußt, und sogar gewisse örtliche Umstände üben einen wesentlichen Einfluß darauf aus. Dem ist es somit zuzuschreiben, daß auf einzelnen Gebieten parasitische Würmer häufig, anderwärts aber selten zu finden sind.

   Bothriocephalus latus ist besonders häufig in der Schweiz und in der Gegend des Genfer, Neufchateler, Brienner und Morater Sees sogar gemein. Auch an den Küsten des bosnischen und finnischen Meerbusens, d. i. in Finnland, Schweden und Rußland ist er häufig. Ab und zu kommt er auch in Deutschland, Polen und Italien selbst in Dänemark vor. Auf all diesen Gebieten wurde derselbe, mit Ausnahme des Menschen, in fleischfressenden Tieren, besonders in Hunden gefunden. In Ungarn hat man ihn noch nicht angetroffen, obgleich der Hecht, die Quappe und der Barsch, in welchen seine Larven (Pleocercoiden) leben, auch in unsern Wässern häufig sind. Schon mehrmals ist zwar der Verdacht aufgetaucht, daß er

auch in unseren Fischen vorkomme, allein die betreffenden Würmer haben sich in in der Regel als *Ligula*- und *Schistocephalus*-Arten erwiesen.

Der Vortragende hat ihn in zwei Fällen gefunden, u. z. in Hunden. Im erstern Falle wurde der mit *Bothriocephalus* befallene Hund vor einigen Jahren von seinem Besitzer auch nach Rußland mitgenommen, die Infektion kann somit auch von dort herstammen. Der zweite Hund dagegen, in welchem sich drei Exemplare befanden, war in Budapest geboren und ist beständig hier gewesen, die Infektion kann somit nur hier erfolgt sein.

In Rumänien ist der Wurm von früher her bekannt und Professor Babes hat auch die Pleocercoiden im Donauhecht gefunden.

Demzufolge hält es der Vortragende für möglich, daß die Larve des *Bothriocephalus* auch in den Donaufischen vorkomme, obgleich es nicht ausgeschlossen ist, daß unsere Hunde durch aus Rumänien und Galizien importierte Fische infiziert werden. — Die Arbeit ist im *Természettud. Közlöny* (XXXVI. Bd. pag. 22—28) erschienen.

3. Der Vorsitzende Prof. G. Entz macht die Sektionsmitglieder aufmerksam auf das von dem Freiburger Professor Hildebrandt erschienene Werk *„Ähnlichkeiten im Pflanzenreich“*, in welchem die Mimicryerscheinungen behandelt sind. Hierzu bemerkt L. v. Aigner-Abafi, daß unter dem Titel *„Mimicry, Selektion und Darwinismus“* ein Werk ähnlicher Tendenz von Piepers erschienen ist. Geist und Richtung des letzten Werkes wird von Dr. G. v. Horváth kurz gekennzeichnet.

Sitzung am 1. Mai 1903.

1. Der Vorsitzende Prof. H. Entz bringt mit Trauer zur Kenntnis, daß Stepan Lengyel, Kanzleidirektor und Kassierer der Königl. Ungar. Naturwiss. Gesellschaft am 13. April l. J. einem längeren Leiden erlegen ist.
2. L. v. Aigner-Abafi legte einen neuen ungarischen Kleinschmetterling vor, nämlich eine neue *Depressaria*-Art, welche Dr. Ferd. Uhryk 1896 oder 1897 in Budapest entdeckt, und welche der bekannte deutsche Lepidopterologe A. Fuchs unter dem Namen *Depressaria Uhrykella* beschrieben hat. (Stettiner Ent. Zeit. 1903, pag. 244.) Außer der *D. Heydenii* ähnelt die neue Art auch der *D. marcella*, allein vermöge ihrer bedeutenden Größe und ihrer rötlichbraunen Färbung ist sie auf den ersten Blick von denselben zu unterscheiden. Die gleichfalls von Dr. Uhryk aufgefundene Raupe lebt zwischen lose versponnenen Blättern von *Hypoechoris maculata*, in welchen sie übrigens Minengänge in verschiedener Richtung

anlegt; Hypochoeris kann indessen nicht ihre einzige Nahrungspflanze sein, denn der Falter kommt auch an Stellen vor, wo jene Pflanze nicht zu finden ist. Der Vortrag erschien in *Rovartani Lapok* (Entom. Blätter). (X. Band, 1903, pag. 128—130).

3. L. von Méhely berichtet in einem Vortrag *über die Frühlingstierwelt der Sandwüste von Deliblát* über seine in der zweiten Hälfte April l. J. unternommene Sammelexkursion nach der 70000 Morgen umfassenden Sandwüste von Deliblát und dem Lokva-Gebirge. Die wichtigste der zahlreichen Beobachtungen ist diejenige, daß *Lacerta taurica,* Fall. in allen Sandsteppen Ungarns vorkommt und charakteristisch für dieselben ist. Eine interessante Beobachtung ist es ferner, daß *Lacerta praticola,* Eversm., welche Vortragender vor acht Jahren bei Herkulesbad aufgefunden hat, von Herkulesbad bis Zlaticza, mithin im ganzen Gebirge längs der Donau verbreitet ist und eine charakteristische Art dieser Gebirgsgegend bildet, insofern sie anderen Gegenden Ungarns überhaupt nicht vorkommt. Der Vortrag ist in *Állattani Közlemények* (II. Bd., pag. 93—105) ausführlich erschienen.

Sitzung am 2. Oktober 1903.

Diese hundertste Sitzung der Sektion, welche den Abschluß eines Zyklus in der Wirksamkeit der Sektion bildet, wurde die Anwesenheit zahlreicher Mitglieder, der leitenden Männer der Gesellschaft, der Vertreter der Schwestersektionen, sowie vieler Gäste sich zu einem Feste gestattete. Vor der Tagesordnung hält der Vorsitzende Prof. G. Entz einen Rückblick auf die hervorragenderen Momente im 13jährigen Leben der Sektion. Die Sektion ist am 26. November 1891 zusammengetreten und hat seitdem in ihren, mit Ausnahme der Sommermonate, monatlich abgehaltenen Sitzungen eine ununterbrochene Wirksamkeit entfaltet. Dem Stabe der Gründer haben sich neue Kräfte angeschlossen, an die Stelle der im Laufe der Zeit verstorbenen Mitglieder aber ist eine eifrige junge Generation getreten. Welchen Aufschwung die Sektion, namentlich in jüngster Zeit genommen hat, seit sie über ein eigenes Organ verfügt, geht am besten aus dem Umstande hervor, daß die Zeitschrift *Állattani Közlemények* (Zool. Mitteilungen) schon im zweiten Jahre ihres Bestehens ca. 400 Abonnenten zählt. In den bisherigen 100 Sitzungen der Sektion wurde von 46 Mitgliedern 264 Vorträge gehalten. Nach dieser Eröffnungsrede, die im ganzen Umfange in *Állattani Közlemények* (II. Band, pag. 201—206) erschienen ist, begrüßte Jos. Paszlavszky, der erste Sekretär der Kgl. Ungar. Naturwiss. Gesellschaft die Sektion aufs wärmste.

Hierauf wird zur Tagesordnung übergegangen.

1. G. Horváth hält einen Vortrag *über die Mimicryerscheinungen bei den Hemipteren Ungarns* und demonstriert diejenigen Fälle von Mimicry, die er bisher im Bereiche der ungarischen Hemipteren beobachtet hat. Die einfachste Form der Mimicry ist die Farbennachahmung, die in der Anpassung an die Farbe der Umgebung besteht und bei unseren Hemipteren sehr allgemein ist, insofern die Färbung zahlreicher Arten mit derjenigen des Aufenthaltsortes (Erde, Sand, Blatt, Gras, Blumen etc.) übereinstimmt. Die Mimicry im engern Sinne, wenn nämlich nicht nur die Farbe, sondern auch die Form nachgeahmt wird, wird gleichfalls durch instruktive Beispiele bestätigt. Es gibt Arten, die leblosen Gegenständen oder gewissen Pflanzenteilen, z. B. einer kleinen Erdscholle, einer Knospe, einem Stück Baumrinde, einem trockenen Blatt oder dem Fragment eines Grashalmes gleichen. Am auffallendsten zeigt sich diese Formnachäffung an einer länglichen Schnecke (*Dorycephalus Bacri*), die der Vortragende in der Umgebung von Budapest an Weizenähren entdeckt hat und die der Spreu des Weizens zum Verwechseln ähnlich ist. Besonders interessant sind diejenigen Fälle der Mimicry, wenn irgend ein Insekt die Farbe und Form eines andern annimmt. Auch solchen Vermummungen begegnen wir in der Reihe unserer Hemipteren. Manche unserer Wanzen gleichen den Gelsen. Unter den Feldwanzen (Capsiden) aber ist es durchaus nicht selten, daß sie den Ameisen gleich sehen, in einzelnen Fällen ist diese Ähnlichkeit eine so große, daß nur das geübte Auge des Fachmanns die nachahmende Wanze von der nachgeahmten Ameise zu unterscheiden vermag.
2. L. v. Méhely hält einen Vortrag über *Lacerta mosoriensis in ihrem phylogenetischen Zusammenhang* und demonstriert diese für die Fauna von Ungarn nach Eidechsen, welche Padewieth im Komitate Lika Krbava, im Velebitgebirge gesammelt hat. *L. mosoriensis* erscheint auf den ersten Blick als eine zur Verwandtschaft von *L. muralis* gehörige Art, allein auf Grund der einzelnen Untersuchungen des Vortragenden ist die Ähnlichkeit zwischen den beiden Arten nur eine oberflächliche, denn L. mosoriensis steht — laut dem Vortragenden — mit dem vom syrischen und cyprischen *L. laevis*, Gray ausgehenden und in *L. danfordi*, Gthr., *L. graeca*, Bedr. und *L. oxycephala*, Db. sich spaltenden Eidechsenstamm in verwandtschaftlicher Beziehung und zwar derart, daß der auf die Balkanhalbinsel eingewanderte Zweig der kleinasiatischen *L. danfordi* in zwei Teile zerfiel, woraus dann einerseits *L. graeca* und *L. oxycephala* andererseits aber *L. mosoriensis* entstanden sind. Letztere Art ist somit laut dem Verfasser, nebst *L. graeca* und *L. oxycephala* ein Abkömmling von *L. danfordi*, jedoch derart, daß *L. graeca* und *L. oxycephala* in näherer Verwandtschaft zu einander

stehen, als zu *L. mosoriensis*. Der Vortrag ist in *Állattani Közlemények* (II. Bd. pag. 212—220) erschienen.

3. St. v. Rátz hält einen Vortrag *über den Dimorphismus der Fadenwürmer*. Das augenfälligste Beispiel von geschlechtlichem Dimorphismus bildet der zu den Gephyreen gehörige *Bonellia viridis*, Roll., dessen Weibchen die zwerghaften Männchen in den Genitalapparaten tragen. Noch eigentümlicher ist diese Erscheinung bei den parasitischen Tieren, insofern durch die günstigen Nahrungsverhältnisse alle zur Ortsveränderung dienenden Organe überflüssig gemacht werden und durch die veränderten Lebensverhältnisse auch die Körperform sich ganz umgestalten kann. Infolge des Drucks des mit Eiern erfüllten und sehr ausgedehnten Ovariums können am Körper des Weibchens Fortsätze entstehen, in welche die Genitalwerkzeuge hineinwachsen, oder aber der ganze Körper wird einem unförmigen Schlauch gleich. Dem sind jene überraschenden Formverschiedenheiten zuzuschreiben, die man an den Weibchen des an den Wurzeln der Zuckerrübe parasitisch lebenden Fadenwurmes, *Heterodera Sachtii*, wahrzunehmen sind. Dieselben nehmen eine zitronenförmige Gestalt an und werden nach dem Hinschwinden der inneren Organe gleichsam zu Brutbehältern, welche 300—400 Eier enthalten. Noch eigentümlicher ist die in der Körperhöhle der Erdbienen *(Bombus terrestris et hortorum)* lebende *Sphaerularia bombi*. Die Weibchen derselben tragen einen Schlauch, der 15 bis 20000 mal größer ist als ihrer Körper, und in welchen alle Genitalorgane eindringen. Der Wurm selbst geht dann in vielen Fällen zugrunde, aber der Schlauch, welcher nichts anderes ist, als die überaus herangewachsene Scheide, lebt fort. Die Scheide der Weibchen der in der *Cecidomyia pini* parasitisch lebenden *Atractonema gibbosum* fällt gleichfalls vor und verwandelt sich in einen allmählich anwachsenden buckelartigen Wulst, welcher die Genitalorgane einschließt. Vielfach erinnert an die genannten *Tropidocerca fissispina*, welche der Vortragende im Drüsenmagen der Stockente und Hausente fand, wo das eiförmige Weibchen öfters in den Drüsen nistet. Die *Simondsia paradoxa* aber hat derselbe im Magen von Schweinen gefunden, u. z. die Weibchen, deren kegelförmiger, mit winzigen Blasen bedeckter Körper in die Schleimhaut eingebettet ist. Sowohl bei *Tropidocerca*, als auch bei *Simondsia* ist der Körper des Weibchens nur an den beiden Enden fadenförmig. Die Weibchen all dieser eigentümlichen Arten weichen ab von der gewöhnlichen Form der Fadenwürmer, wogegen die Männchen die charakteristische fadenartige Form beibehalten haben.

Sitzung am 6. November 1903.

1. A. Mocsáry hält einen Vortrag *über die Erdbienen (Bombus).* Zunächst schildert er die Lebensweise der Erdbienen und erwähnt, daß bisher ca. 180 Arten bekannt sind. In Süd-Afrika und Australien gibt es keine autochthone Arten. In Europa lebten 38, in Ungarn 24 Arten. Die Engländer haben vor ungefähr 30 Jahren Bombusarten in Australien und Neu-Seeland importiert, um die Bestäubung des dort heimischen Klees zu befördern. Klimatische Einflüsse und teilweise auch die veränderte Lebensweite haben schon während der kurzen Zeit solche Farbenveränderungen hervorgebracht, daß man die importierten leicht für andere Arten halten könnte, wenn sie ihre charakteristischen morphologischen Merkmale nicht beibehalten hätten. Der Vortragende legt die zwei Formen aus Neu-Seeland und die ungarischen Arten vor.
2. A. Schwalm demonstriert unter dem Titel „*Die See-Fledermaus (Myotis dasycneme Boie) in Ungarn*" die 21. in Ungarn vorkommende Fledermausart, deren eingehende Beschreibung er nach jenen Exemplaren gibt, die E. Klapka 1900 am Palicser See erlegt hat.
3. E. Csiki hält einen Vortrag *über die historische Entwickelung des Systems der Coleopteren.* Von der Einteilung Linnés aus dem Jahre 1758 übergeht der Vortragende zu dem System von Latreille, welches seiner Einfachheit halber in Lehrbüchern noch heute in Anwendung ist, obgleich es den Anforderungen eines natürlichen Systems in keiner Weise entspricht. Latreilles System wurde später von Gyllenhal, dann von Erichson, Lecordaire und Thomson weiter entwickelt. Oken und ihm folgend Matschulsky teilten die Käfer auf Grund ihrer Nahrung ein und obgleich es unleugbar ist, daß die gleiche Nahrung viele Ähnlichkeiten im Organismus hervorruft, läßt es sich dennoch schwer entscheiden, ob die Nahrung irgend einer Gruppe von Alters her dieselbe, oder das Resultat einer neuen Anpassung ist. Der erste Versuch eines natürlichen Systems knüpft sich an die Namen der Amerikaner Lecont und Horn und die späteren Systematiker haben sich nur durch die Weiterentwickelung des Systems Verdienste erworben. In neuerer Zeit waren die Versuche von Lameere und Kolbe nur in einzelnen Details erfolgreich; ihr neues System ist äußerst unvollkommen. In unseren Tagen hat Ganglbauer auf diesem Gebiete gründliche Studien unternommen. Sein System nähert sich in vieler Hinsicht einer natürlichen Einteilung, bedarf aber in den Details eines weiteren Aufbaus. Zum Schluß bespricht der Vortragende das System von Ganglbauer in eingehender Weise.

Sitzung am 11. Dezember 1903.

Prof. G. Entz hält einen Vortrag *über die Farbe der Tiere und die Mimicry.* I. Über die Farbe der Tiere im allgemeinen.

Nachdem die sogenannte biologische (oekologische) Erklärung der Farben und Farbenmuster der Tiere, sowie der unter der Bezeichnung Mimicry zusammengefaßten Erscheinungen nicht nur mit der Deszendenzlehre, sondern auch mit der Selektionstheorie im innigen Zusammenhange steht, so hält der Vortragende in der Einleitung seiner Abhandlung einen kurzen Rückblick auf den heutigen Stand und die bedeutenderen Theorien der Deszendenzlehre. In kompetenten Kreisen wird als allgemeine Wahrheit angenommen, daß die Mannigfaltigkeit der Lebewesen sich unter der Einwirkung natürlicher Faktoren entwickelt hat, dagegen ist es noch immer streitig, welches die Faktoren sind, welche die natürliche Entwickelung einleiten und dirigieren. Die Abweichung der Meinungen dreht sich hauptsächlich darum, ob die Selektion eine so hohe züchtende Kraft besitzt, als Darwin und Wallace besonders aber die neueren Selektionisten diesem Faktor zuschreiben. Hinsichtlich dieser These stehen zwei Auffassungen einander schroff gegenüber: die eine (Weisman und seine Jünger) verkünden die Allmacht der Selektion, die andere (Eimer und seine Anhänger) die gänzliche Machtlosigkeit derselben. Es besteht indessen noch eine dritte Auffassung, welche den Grundsatz in medio veritas vor Augen hält und die Selektion in Gemeinschaft mit anderen Faktoren eine wirksame Bedeutung zuerkennt.

Im zweiten Teile seiner Abhandlung behandelt der Vortragende die Farben ganz im allgemeinen und erörtert die physikalisch-chemischen Eigenschaften, die Entwickelung und physiologische Bedeutung der Farben, sowie die Untersuchungen und Theorien, welche die Art der Entstehung und den physiologischen Wert der Farben und Muster, sowie die Modifikation derselben in phylogenetischer Reihe zu erklären suchen. Als Endresultat seiner Auseinandersetzungen spricht er aus, daß schon unsere heutigen lückenhaften Kenntnisse von der Farbe der Tiere hinreichen, um allgemeine Resultate daraus abstrahieren zu können. Dieselben lassen sich in folgende drei Punkte zusammenfassen.

1. Die Farben sind nicht Resultate richtungsloser Veränderungen, welche, nachdem sie zufällig aufgetreten, durch die regelnde Hand der Selektion geordnet werden, sondern sie entwickeln sich unter dem Einfluß teils äußerer, teils innerer (konstitutioneller) Faktoren notgedrungen, u. z. nach bestimmten Gesetzen, welche wir indessen zur Zeit noch sehr fragmentarisch und nur in einem gewissen Grade kennen.

2. Auf die Entwickelung der Farben übt in erster Reihe und

vor allem anderen der Stoffwechsel einen entscheidenden Einfluß aus, weshalb das Problem der Farben hauptsächlich ein physiologisch-chemisches ist.

3. Hieraus aber folgt, daß die einseitige Beurteilung der Farben aus biologischen (oekologischen) Gesichtspunkten nicht zur Lösung dieser verwickelten Frage führen kann.

B) Fachsektion für Botanik.

(Mit Benutzung der in *Növénytani Közlemények* Band II und III erschienenen Sitzungsberichte, referiert von J. Bernátsky.)

Sitzung am 14. Januar 1903.

1. Vorsitzender Julius Klein begrüßt die im neuen Jahre gegenwärtig zum erstenmal wieder versammelten Mitglieder und wirft einen Rückblick auf das Wirken der Sektion im verflossenen Jahr.
2. S. Beluleszko legt vor die Arbeit R. Róths: *„Vergleichende Anatomie des Blattes der ungarischen Ericaceen“* * (Kolozsvár 1902, 46 p., 19 Fig.). Sie behandelt die anatomischen Verhältnisse des Blattes vor allem in systematischer, aber nebstdem auch in physiologischer und ökologischer Beziehung von 19 Arten mit 10 Gattungen.
3. S. Mágocsy-Dietz legt zwei Arbeiten L. Hollós' vor: a) *„Zwei neue Lycoperdon-Arten“*. *Lycoperdon pseudopusillum* n. sp. unterscheidet sich von *L. pusillum* Pers. durch warzig-rauhe Sporen und kommt in Florida, aber ferner auch in Brassó und Resicza vor. *Lycoperdum pseudumbrinum* n. sp. unterscheidet sich von *L. umbrinum* durch stets gestielte Sporen und ist aus Süd-Carolina bekannt.

   b) *„Die Hypogaeen des Nógráder Komitates“*. Aus Ungarn sind nunmehr 60 *Hypogaeen*-Arten bekannt, wobei im Nógráder Komitat allein 20 Arten vorkommen. Dem Forstmeister V. Kondor gebührt das Verdienst, nicht nur die meisten Daten zum Material der Arbeit beigetragen zu haben, sondern auch eine künstliche Vermehrung der unterirdischen Pilze durch Versetzung von Eichen, die aus trüffelhaltigen Wäldern stammten, versucht zu haben.
4. J. Kümmerle bespricht das Werk *„Die Botanische Abteilung des Ungarischen Nationalmuseums“*, das aus Anlaß des hundertjährigen Jubiläums des Ungarischen Nationalmuseums vom Museum herausgegeben wurde und kürzlich erschien.
5. D. Papp legt vor seine Arbeit *„Beiträge zur Kenntnis der Anatomie des Iris-Blattes“*. Den Gegenstand seiner Untersuchungen bildeten

* In den vorliegenden Sitzungsberichten ist der Titel jedes angeführten ungarischen Werkes ins Deutsche übertragen.

hauptsächlich die ungarischen Arten der Gattung *Iris*, wie *I. arenaria* L., *I. variegata* L., *I. pumila* L., *I. Reichenbachii* Heuff., *I. pseudacorus* L., *I. sibirica* L., *I. spuria* L., *I. Gueldenstaedtiana* Lep., *I. subbarbata* Joó. Er besprach je für sich das Hauptsystem, das mechanische System, das Leitungs-, Assimilations-, Sekretions- und Durchlüftungssystem des Blattes der Gattung *Iris*, ferner die anatomischen Charaktermerkmale der einzelnen Arten, sowie die der Sektion Apogon- und Pogon-Iris.

6. K. Schilberszky hielt einen Vortrag unter dem Titel *„Neuere teratologische Fälle"*, indem er vorlegt und bespricht: a) Phyllodie des Kelches bei einer Gartenrose, b) Fasziation der Hauptachse einer Traube von *Vitis vinifera*, c) Dédoublement mehrerer Blütenteile bei *Tulipa Gesneriana* und d) Adhäsion zweier gegenständiger Blätter von *Syringa vulgaris*. Die zwei letzteren Fälle stammen aus der Sammlung E. Csikis.
7. L. Thaisz bespricht unter dem Titel *„Beiträge zur Kenntnis der Flora des Csongrader Komitates"* seine in Angriff genommene Arbeit und erwähnt mehrere in diesem Komitat aufgefundene und gesammelte Blütenpflanzen.

Sitzung am 11. Februar 1903.

1. Vorsitzender Julius Klein begrüßt das anwesende Mitglied J. Fekete aus Anlaß seines Jubiläums, das sich auf dessen 40jährige verdienstvolle Wirksamkeit im Dienste des botanischen Gartens der Universität in Budapest bezieht und wünscht ihm auch fernerhin Gesundheit und Ausdauer zur Erfüllung seines Berufes, den er bisher, mit außerordentlichen theoretischen und praktischen Kenntnissen begabt, erfolgreich pflegte.
2. Gy. v. Istvánffi legt vor und bespricht sein Werk über *Coniothyrium Diplodiella, White rot des Weinstockes,* das in ungarischer und französischer Ausgabe in den Annalen der Ampelologischen Zentralanstalt kürzlich erschien. Das Werk zeichnet sich unter anderen durch seine Reichhaltigkeit an kolorierten Tafeln aus.
3. Z. Szabó berichtet über *„eine blühende Agave attenuata im Botanischen Garten der Universität in Budapest"* und zeigt eine photographische Aufnahme derselben vor. Das Exemplar, von dem die Rede ist, stammt aus der Gärtnerei des erzherzoglichen Schlosses in Alcsúth und gelangte im Jahre 1883 unter die Obhut J. Fekétes, des Obergärtners des Botanischen Gartens. Am 14. Dezember 1902 wurde zunächst eine rege Entwicklung der Inflorenszenzachse der Pflanze konstatiert, binnen zwei Monaten erreichte sie eine Länge von 2,5 m. Nach beiläufiger Schätzung dürfte sie etwa 5000 Blüten tragen.

4. L. Thaisz legt vor und bespricht zwei pharmazeutisch-botanische Lehrbücher K. Schilberszkys.
5. J. Tuzson hält einen Vortrag unter dem Titel *„Über die Zersetzung und Konservierung des Buchenholzes"*. Vgl. den XIX. Band dieser Berichte p. 242—282.

Sitzung vom 11. März 1903.

1. K. Bartal berichtet über das *„Vorkommen von Schoenus ferrugineus L. im Szepeser Komitat"*. Er fand die Pflanze in einem Moorsumpfe bei Szepes-Teplicz. Zugleich zählt er sämtliche Literaturangaben auf, die sich auf das Vorkommen dieser Pflanze in Ungarn beziehen.

   K. Flatt bemerkt hierzu, daß diese, in Ungarn höchst seltene Art, auch im Árvaer Komitat und zwar in Stankora vorkommt, wo sie 1899 von M. Wetschky gefunden wurde.
2. E. Gombocz hält einen Vortrag unter dem Titel *„Die erste ungarische Pflanzenenumeration von Deccard"*. K. J. Deccard (1686 bis 1764) war seinerzeit Rektor des Lyceums in Sopron und schrieb eine Arbeit „Flora Semproniensis", die in einer Abschrift in der Bibliothek des ev. Lyceums in Sopron vorhanden ist. In der Arbeit werden 1098 Pflanzen mit Standortsangaben aus der Umgebung der Stadt aufgezählt und zahlreiche, genau gekennzeichnete Varietäten und Formen erwähnt, die erst später als systematisch selbständige Formen anerkannt und benannt wurden. Sie stammt aus den Jahren 1739—40 und ist somit die erste Enumeration, die von einem Ungarn herrührt und über ein ungarisches Gebiet handelt.
3. Gy. v. Istvánffi hält zwei Vorträge: a) *„Neue Rebenschädlinge in Ungarn"*.

   1. Vortragender beobachtete schon seit mehreren Jahren, daß *Ithyphallus impudicus* auf europäischen, nicht veredelten Reben als Parasit auftritt, ja schließlich selbst Absterben des Rebenstockes herbeiführt. Das Auftreten des genannten Pilzes als Parasit war bisher unbekannt und deswegen erforderte das Studium dieses Pilzes aus praktischen Gründen ein besonderes Interesse. Als neu zu bemerken ist auch, daß der Fruchtkörper des Pilzes auf sandigem Boden jährlich zweimal erscheint, und zwar Ende Mai und im August. Die schnurartigen ansehnlichen Myceliumstränge wachsen in die Rebenwurzel hinein und durchbohren sie in ihrer ganzen Länge, oder aber sie schmiegen sich der Wurzel an und entsenden in die Wurzelrinde Haustorien. Zuförderst fällt die Rinde, namentlich der Bast zum Opfer des Parasiten, nachträglich geht infolge des eindringenden Myceliums auch das Holz zugrunde, das von jenem kreuz und quer durchzogen wird. Endlich werden auch

neue Daten über den mikroskopischen Aufbau des Myceliums und der Myceliumstränge mitgeteilt. Vortragender begleitet seine Ausführungen mit der Vorlage mehrerer mikroskopischer und kolorierter Zeichnungen.

2. In den von *Ithyphallus* getöteten Wurzeln beobachtete Vortragender auch *Coepophagus-Rhizoglyphus echinopus,* welcher Parasit bisher aus Frankreich, nicht aber aus Ungarn bekannt war. Doch kann dessen Auftreten in Ungarn vorderhand nicht als gefährlich betrachtet werden, da es sich auf kranke, abfaulende Rebenwurzeln bezieht. Allerdings muß bemerkt werden, daß *Coepophagus* auch ins Holz eindringt, was Viala und Mangin nicht beobachteten.

b) *„Grundlegende Versuche zur Bekämpfung von Botrytis und Monilia."* Vortragender befaßte sich mit der Untersuchung der Lebensfähigkeit der Sporen von *Botrytis cinerea, Monilia fructigena* und *Coniothyrium Diplodiella,* indem er den Einfluß der Temperatur und der zur Vernichtung der betreffenden Pilze gebräuchlichen oder noch zu erprobenden Mittel experimentell studierte, und zwar mit Berücksichtigung des Alters der Sporen. Sehr bemerkenswert ist das Ergebnis, daß die Sporen der erwähnten Arten 24 Stunden lang auch in starker Bordeaux-Brühe (die bis zu 3—4—5 % gebraucht wurde) getaucht, ihre Keimkraft bewahrten. Noch wichtiger erscheint das Ergebnis, daß die Pilzsporen in einem Tropfen 0,5 prozentiger Calciumbisulfitlösung getötet werden, sobald sie bloß ihrer 50—60 sind, dagegen zum teil keimkräftig bleiben, wenn ihrer mehrere vorhanden sind. Daraus läßt sich die Quantität der zur Tötung einer einzelnen Spore nötigen Lösung berechnen. Schließlich wird noch der Untersuchungen des Verfassers über den Einfluß der Calciumbisulfitlösung im kurzen Zeitraum von 15 bis 30 Minuten gedacht, was zur direkten Bekämpfung der Pilzkrankheiten in kürzester Zeit führt. Der Kern der Sache läuft demnach darauf hinaus, daß die Sporen in tunlichst kurzer Zeit, solange nämlich die Lösung noch in tropfbarflüssigem Zustande auf der Pflanze vorhanden ist, getötet werden, also noch bevor die Lösung eintrocknet.

Zu dem Gegenstand spricht in längerer Ausführung S. Schilberszky, indem er seine eigenen auf *Monilia* sich beziehenden Untersuchungen erwähnt, durch die er teils zu ähnlichen Resultaten gelangte, wie Vortragender, aber nebstdem auch auf die besonderen Schwierigkeiten hinweist, die die Bekämpfung der *Monilia*-Krankheit in der Praxis mit sich bringt.

4. L. Thaisz legt blühende, frische Exemplare von *Bulbocodium ruthenicum Bunge* vor, die er bei Hosszu-Pályi im Biharer Komitat auf sandigen Feldern und Waldesrändern unlängst auffand. Die in der

ungarischen Flora seltene Pflanze wurde in Ungarn zuerst von S. Diószegi im Jahre 1812 bei Debreczen im ungarischen Tiefland, dann wieder erst vom Oberphysikus Hein im Jahre 1864 in Berek-Böszörmény im Biharer Komitat gefunden.

5. D. Oláh spricht über den *„Einfluß der Elektrizität auf die Vegetation"*.
6. L. Hollós' Arbeit *„Geasteropsis nov. gen."* wird vorgelegt von S. Mágocsy-Dietz. Die Arbeit handelt über eine neue aus Afrika stammende Gasteromycetengattung.

Sitzung am 1. April 1903.

1. B. Lengyel berichtet über „das Auftreten von *Hypenantron fragrans Balb.* in Ungarn", die er gelegentlich eines Ausfluges unter der Leitung L. Simonkais bei Alsó-Galla (Komitat Komárom) sammelte. Dieses Lebermoos ist für die Flora Ungarns ganz neu.
2. Derselbe legt vor eine *Kollektion von Baumstämmen aus Paraguay*, die von J. D. Anisits dem Botanischen Institut der Budapester Universität geschenkweise zugesandt wurden. Anisits, ein gegeborener Ungar, der gegenwärtig in Assuncion als Professor der Botanik wirkt und sich mit der botanischen Durchforschung des Landes befaßt, erwies seine Anhänglichkeit an sein Geburtsland schon zu wiederholtenmalen, wie auch diesmal durch reichhaltige und wertvolle Sendungen.
3. B. Augustin spricht *„über den Öffnungsmechanismus der Antheren bei den Solanaceen"*. Bei *Capsicum annuum* und *Atropa Belladonna* ist der äußere Teil der Scheidewand der Antheren sehr breit. Die von der Öffnungsschicht ausgeübte Kraft würde nicht hinreichen, die Wand der Antheren an jener Stelle aufzureißen. Zur Zeit der Reife verschwinden aus der subepidermalen Zellschicht die in großer Menge vorhanden gewesenen Calciumoxalatkrystalle, diese Zellschicht selbst löst sich auf und erst jetzt vermag die Antherenwand sich zu öffnen.
4. J. Ernyey hält einen Vortrag über *„slavische Beiträge in der ungarischen botanischen Literatur"*, indem er die Ergebnisse seiner literarischen Studien mitteilt, die sich auf die Revision und Zusammenstellung derjenigen tschechischen, polnischen und slavischen Schriften botanischen Inhalts beziehen, die für Ungarn Interesse haben.
5. L. Fialowski legt vor und bespricht den von Wagner ins Ungarische übertragenen, von Mágocsy-Dietz revidierten Hoffmannschen Pflanzenatlas. Die ungarische Übersetzung enthält zahlreiche, den ungarischen Verhältnissen angepaßte Verbesserungen, Zusätze und auch drei neue Tafeln.
6. Gy. v. Istvánffi hält einen Vortrag unter dem Titel *„Beiträge zur*

Kenntnis der Wurzelpilze des Weinstockes", indem er zunächst eine kurze Übersicht über die wurzelbewohnenden Pilze des Weinstockes bietet, um dann auf seine eigenen Untersuchungen näher einzugehen. *Dematophora (Rosellinia) necatrix* und besonders *D. glomerata* sind in Ungarn ganz allgemein verbreitet und das Vorkommen der letzteren Art beschränkt sich durchaus nicht auf die Sandweingärten, wie man das bisher annahm. Besonders in den Veredlungsschulen richtet *D. glomerata* großen Schaden an. Auch *Hypholoma fasciculare* ist ein Rebenschädling, indem die gelblichbraunen Rhizomorphenstränge dieses Pilzes die unterirdischen Teile des Weinstockes angreifen. Vortragender legt in Begleitung seines Vortrages kolorierte Illustrationen vor, die die morphologischen Verhältnisse der genannten Pilze genau demonstrieren.

7. Gy. v. Istvánffi spricht ferner *„über die Sclerotien von Botrytis cinerea auf Weinbeeren"* und teilt die Resultate seiner diesbezüglichen zweijährigen Untersuchungen mit, die besonders auf die Entwicklung des Pilzes gerichtet waren. Die Sclerotien von *Botrytis cinerea* — des Erregers der „Edelfäule" — erscheinen sowohl auf den Beeren der heranreifenden Weintrauben als auch auf den heranreifenden Reben. Vom praktischen Standpunkt wichtig ist der Umstand, daß die Sclerotien auf den Beeren an einen gewissen Entwicklungszustand der „Schwarzfäule" (*Guignardia Bidwellii*) erinnern und mit diesem leicht verwechselt werden, umsomehr, weil in den Botrytis-Sclerotien auch *Verticillium*-Formen sich einnisten und sie in diesem Zustande mit der Conidienform der Schwarzfäule viel Ähnlichkeit aufweisen.
8. S. Javorka berichtet über *„neuere Standortsangaben"* von 30 Phanerogamen aus Ungarn.
9. Z. Szabó spricht über *„Phyllosticta sabalicola n. sp."*, die er im Palmenhause des Botanischen Gartens in Budapest auf *Sabal Blackburnianum* saprophyt lebend entdeckte. Die Art, die mit *Ph. peluretto* und *Phoma Sabaleos* noch verwandt ist, zeichnet sich durch subepidermale Pykniden und durch 13—14 μ messende Sporen aus.
10. Schriftführer K. Schilberszky meldet, daß von der in *Növénytani Közlemények* Bd. II, Heft 1 erschienenen Hollósschen Arbeit über die Verbreitung der Trüffel in Ungarn 200 Separatabdrucke angefertigt wurden, behufs Überreichung an das kgl. ungar. Ackerbauministerium, das für die Verteilung der Abdrucke an die Forstämter sorgt.

Schließlich beschließt die Sektion zu Pfingsten einen botanischen Ausflug nach Selmeczbánya und Umgebung zu unternehmen; mit der Arrangierung und Vorbereitung des Ausfluges wird der Schriftführer betraut.

Sitzung am 14. Mai 1903.

1. Vorsitzender Julius Klein gedenkt pietätsvoll des am 13. April erfolgten Ablebens des Kanzleidirektors der Gesellschaft, J. Lengyel.
2. K. Bartal hält einen Vortrag unter dem Titel *„Beiträge zur Kenntnis der Vegetation des Baba-Gebirgsstockes in den Karpaten“*. Die Arbeit erhielt von der Universität in Budapest einen Preis.
3. L. Simonkai hält einen Vortrag unter dem Titel *„Die im Königreich Ungarn vorkommenden Pulmonaria-Arten und -Varietäten nebst ihren wichtigen Lebenserscheinungen“*. Vortragender bespricht die bekannte und höchst wertvolle „Monographia Pulmonariorum“ Kerners, die im Jahre 1878 erschien und seitdem allerdings mehrfacher Berichtigungen bedarf. *P. obscura* Dumort. hat sich als eine Standortsform der gemeinen *P. officinalis* erwiesen. Vortragender befaßt sich ferner mit der Morphologie und Verbreitung sämtlicher bekannten *Pulmonaria*-Arten und -Formen, um schließlich die ungarischen Arten eingehend zu würdigen.
4. M. Péterfis Arbeit *„Bryologische Mitteilungen“* wird vorgelegt von K. Schilberszky. Neu für Ungarn sind folgende Arten: *Thuidium Philibertii* Mitt. mit *var. pseudotamarisci* Limpr. (Déva) und *Amblystegium pachyrrhizon* Lindb. (Nagyág).
5. Schriftführer K. Schilbersky legt das für den zu Pfingsten zu veranstaltenden Ausflug projektierte Programm vor, das folgendermaßen lautet: Abreise von Budapest am 30. Mai morgens um 7 Uhr 30 Minuten; Ankunft in Selmeczbánya mittags 1 Uhr 49 Minuten; nachmittags Besichtigung der kgl. ungar. Akademie für Bergbau und Forstwirtschaft. Am 31. Mai Ausflug auf den Szittnya. Am 1. Juni Ausflug nach Vihnye; Rückreise nach Budapest noch denselben Tag.

Sitzung am 10. Juni 1903.

1. Vorsitzender Julius Klein berichtet über den Verlauf des Pfingstausfluges der botanischen Sektion nach Selmeczbánya, an der 15 Mitglieder der Sektion teilnahmen. Zugleich spricht er im Namen der Sektion dem Mitgliede J. Tuzson, der im Interesse des Ausfluges, sowie jedes einzelnen der Teilnehmer sich außerordentliche Mühe gab, seinen Dank aus.

   Im Anschluß daran ergreift S. Mágocsy-Dietz das Wort und richtet an den Schriftführer K. Schilberszky, der für die Vorbereitung und Organisierung des Ausfluges bemüht war, Worte des Dankes.
2. Á. v. Degen reicht eine *„Vorlage im Interesse der botanischen Nomenklatur“* ein.
3. Derselbe legt das von der kgl. ungar. Samenkontrollstation heraus-

gegebene und von ihm dirigierte Exsikkatenwerk *„Sammlung der ungarischen Gramineen“*, und zwar dessen II. und III. Band vor.

4. B. Fenyó spricht über *„pflanzenphysiologische Wirkung des Kupfervitriols“*, indem er seine eigenen diesbezüglichen Untersuchungen erwähnt und deren Resultate mitteilt.
5. L. Kovács' Arbeit *„Chemische Eigenschaften, physiologische Rolle und Entstehung des Anthokyans“* wird vorgelegt von O. Varga. Verfasser verarbeitete in seiner Arbeit sämtliche einschlägige literarische Angaben, die er mit seinen eigenen Untersuchungen erweiterte. Letztere beziehen sich hauptsächlich auf die chemische Erforschung des Anthokyans, das er in Übereinstimmung mit Overton als ein Glykosid kennzeichnet, dessen einer Bestandteil Traubenzucker ist.
6. L. Ordódys Arbeit *„Textilerzeugnisse aus den Fasern ungarischer Pflanzen“* wird vorgelegt von L. Fialowsky. Verfasser weist darauf hin, daß die aus den englischen Kolonien kommenden Rohstoffe der Jutefabrikate durch ungarische Rohstoffe ersetzt werden können. Namentlich das Bast der Weiden, dann das Bast derjenigen Blätter, die den Maiskolben umgeben, sowie auch das der schmalblättrigen *Typha*-Arten geben ein brauchbares Rohmaterial ab.
7. K. Schilberszky berichtet *„über einen eigentümlichen Fall der Fasziation der Weinrebe“*, wobei die Fasziation mit Spiraldrehung des Organs verbunden war.
8. J. Tuszons Arbeit *„Über den spiralen Bau der Zellwände in den Markstrahlen“* wird vorgelegt von Julius Klein. Wenn wir ein Buchenholzscheit in tangentialer Richtung spalten und auf der Spaltfläche die Markstrahlen mikroskopisch untersuchen, so finden wir, daß den Markstrahlen spiral gedrehte Bänder entstammen, die darauf hinweisen, daß die Wand der Markstrahlzellen selbst spiralig gebaut sein muß. Der spirale Bau der Markstrahlen ist auch an andern Hölzern nachzuweisen.
8. Schriftführer K. Schilberszky meldet, daß laut Bekanntmachung der Arrangierungskommission des im Jahre 1905 in Wien stattfindenden Internationalen botanischen Kongresses ein Studienausflug der Kongreßmitglieder nach Ungarn geplant ist. Demgemäß betraut die Sektion eine Kommission zur Festsetzung der näheren Details des Ausfluges.

Sitzung am 14. Oktober 1903.

1. Vorsitzender Julius Klein begrüßt die nach den Ferien zum erstenmal wieder versammelten Mitglieder der Sektion.
2. J. B. Kümmerle hält einen Vortrag: *„Ein neuer Standort von Waldsteinia trifolia Rochel“*, welche Pflanze er im Komitate Csik, im „Száraz patak“ genannten Tale des Gebirges „Fekete hagymás“ in

Gemeinschaft mit *Tussilago Farfara* L., *Viola biflora* L., *Symphytum cordatum* W. K., *Valeriana tripteris* L., *Deutaria glandulosa* W. K., *Veronica Chamaedrys* L. und *Petasites albus* (L.) am 21. Mai 1903 blühend auffand. Vortragender erwähnt ferner, daß aus Prioritätsrücksichten ihr Name richtigerweise *Waldsteinia trifolia Rochel ap. Koch* zu lauten hätte.

3. A. Scherffel hält einen Vortrag unter dem Titel *„Neuere Beiträge zur Kenntnis der niederen Organismen Ungarns"* und zählt mehrere für Ungarn neue Arten von Chytridineen, Ancyliotineen, Flagellaten und Schizomyceten, sowie einen Rhizopoden auf, indem er zugleich einige derselben kritisch beleuchtet. Als neue Art wird *Gonium sacculiferum* Scherff. aufgestellt.
4. J. Wallners Arbeit *„Enumeration der Phanerogamen- und Kryptogamenflora von Sopron"* wird vorgelegt und besprochen von L. Fialowsky. Die Arbeit erschien im Programm der Soproner Staats-Oberrealschule und ist die Frucht 30jährigen eifrigen Sammelns. Es werden in ihr 1300 Arten namhaft gemacht.
5. L. Fialowsky begrüßt die durch A. Lehr bewerkstelligte ungarische Übersetzung des Gedichtes *„Armensünderblume"* von Heinrich Heine und weist darauf hin, daß unter diesem Namen sicherlich eine *Hesperis*-Art, sehr wahrscheinlich *H. tristis* oder *H. runcinata* zu verstehen ist; er übersetzt die deutsche Benennung ins Ungarische mit „siralomvirág".
6. Ein von J. Paszlavszky eingeschicktes Blatt der Roßkastanie (*Aesculus Hippocastanum*) von farnwedelförmiger Gestalt wird vorgelegt und demonstriert von L. Thaisz. Die farnwedelartige Ausbildung wird durch Frosteinwirkung erklärt.

Sitzung am 11. November 1903.

1. J. Bernatsky hält einen Vortrag *„Zur Frage des Ruscus-Phyllocladiums"*. Die breiten, spreitenförmigen Assimilationsorgane von Ruscus werden allgemein als Caulomgebilde betrachtet und demgemäß mit dem Namen Phyllocladien bezeichnet. Hin und wieder tauchen aber in der Literatur auch konträre Meinungen auf. Die eingehenden morphologischen, ontogenetischen und anatomischen Untersuchungen des Vortragenden ließen aufs bestimmteste erkennen, daß die erwähnte, allgemein herrschende Auffassung die richtige ist.
2. L. Simonkais Arbeit *„Weitere Beiträge zur Kenntnis der Vegetation von Budapest und Umgebung"* wird vorgelegt von L. v. Thaisz. Es werden in dieser Arbeit mehrere neue Erscheinungen der Flora von Budapest erwähnt, sowie einige ältere Angaben berichtigt.
3. L. v. Thaisz berichtet unter dem Titel *„Über das Vorkommen der Euphorbia humifusa Willd und E. Chamaesyce im siebenbürgischen*

Teile Ungarns" über das Vorkommen der im Titel erstgenannten Pflanze bei Drassó (Komitat Alsó-Fehér), die er dort für Ungarn neu entdeckte, deren Vorkommen aber in Ungarn nicht als ursprünglich zu betrachten ist, sondern die bloß einen Ankömmling vorstellt. Im siebenbürgischen Florengebiet konnte er auch die zweitgenannte Euphorbia-Art aufs neue feststellen, nachdem dieselbe schon bei Baumgarten 1816 Erwähnung fand. Die zwei Euphorbia-Arten werden miteinander leicht verwechselt.

4. K. Schilberszky erwähnt eines Wallnußbaumes (*Juglans regia*) bei Érd (Komitat Fejér), der trotz seiner 25 Jahre niemals männliche Blütenkätzchen anlegte, aber reichlich Nüsse brachte. Von diesem Baum stammende Nüsse übergibt er mehrere dem botanischen Garten der Budapester Universität zu dem Zwecke, um mit denselben Versuche und Beobachtungen über Vererbung anzustellen. Ferner gedenkt er auch im kommenden Frühjahr von dem Baume Pfropfreise zu erhalten, an dem man schon nach etlichen Jahren sehr wahrscheinlich das Ausbleiben der Blütenkätzchen wird konstatieren können.
5. V. v. Borbás sandte der Sektion zur Ansicht eine teratologisch entwickelte Kartoffel in frischem Zustande ein, die Verjüngung der Organe zeigte.

Sitzung am 9. Dezember 1903.

1. F. v. Gabnay berichtet über einen „*Roßkastanienbaum mit abnormal spät abfallenden Früchten*", den er in der Hauptstadt beobachtete. An Querschnitten aus der Fruchtwand der betreffenden Roßkastanien war ein auffallender Mangel an Kalkoxalatkristallen festzustellen.

   K. Schilberszky bemerkt hierzu, daß in den Roßkastanienalleen der Hauptstadt, namentlich auf der Ofener Seite längs der Donau, sowie auf den ins Ofener Gebirge führenden Straßen ein abweichendes Verhalten der einzelnen Bäume in der Zeit der Knospenentfaltung, in der Laub- und Blütenentwicklung zu beobachten ist. Dieses abweichende Verhalten, das sich in manchen Fällen auf verhältnismäßig große Zeitunterschiede bezieht, ist wohl auf individuelle Eigenschaften, auf Mutation zurückzuführen und steht wahrscheinlich im Zusammenhang mit der von F. v. Gabnay berichteten Erscheinung; es wären auch die Nachkommen solcher besonders scharf abweichenden Bäume zu studieren.
2. J. Györffys Arbeit „*Volkstümliche Offizinalpflanzen*" wird vorgelegt von L. v. Thaisz. Es werden in derselben die in der Gegend von Kolozsvár gebräuchlichen Pflanzenheilmittel behandelt und unter anderen auch *Physalis Alkekengi* erwähnt, die zur Vergiftung der Fische benutzt wird.

S. Mágocsy-Dietz ergreift das Wort und erwähnt bei dieser Gelegenheit, daß besonders die slovakische und rumänische Bevölkerung Ungarns oftmals Pflanzen als Abortiermittel benutzt, und daß ihm als solches zur Untersuchung neuerdings *Asplenum Trichomanes* zugesandt wurde.

L. v. Thaisz bemerkt schließlich, daß zur Tötung der Fische in Ungarn *Atropa Belladonna* und mehrere Arten von *Verbascum* ein beliebtes Mittel bilden.

3. S. Jávorka zählt unter dem Titel *„Beiträge zur Kenntnis der Flora des Piliser Gebirges"* mehrere phanerogame Pflanzen auf.
4. B. Lengyel legt und liest einen in lateinischer Sprache verfaßten Brief Kitaibels an Samuel Diószegi vor, der einer der Verfasser des ersten nach dem Linnéschen System in ungarischer Sprache bearbeiteten Florenwerkes war.
5. Derselbe legt neuerdings eingetroffene Schenkungen Juan Daniel Anisits (Assuncion, Paraguay) vor. Daniel, ein geborener Ungar, erfreute schon zu wiederholten malen die ungarischen botanischen Institute mit schönen Sendungen. Diesmal sandte er Balanophoraceen ein.
6. Derselbe legt Präparate von *Claviceps purpurea,* sodann *Triticum dicoccum*-Körner aus ägyptischen Gräbern vor; letztere bilden ein Geschenk der Deutschen Orient-Gesellschaft an das botanische Institut der Budapester Universität.
7. K. Schilberszky legt teratologisch ausgebildete Mohnkapseln und Birnen vor; erstere waren eingesandt von A. Fanta, letztere von K. Morvay.

C) Fachsektion für Chemie und Mineralogie.

(Referiert von Dr. Friedrich von Konek.)*

Sitzung am 27. Januar 1903.

1. Es wurde eine Arbeit von Gustav Riegler, Professor an der Universität in Kolozsvár verlesen, welche *über die chemischen Hauptbestandteile und die durch verschiedene Tiefen bedingten Temperaturschwankungen der Siebenbürger Salzseen* handelt. Verfasser ging von der Arbeit A. Kalecsinszkys: „Über die warmen und heißen Kochsalzseen von Szováta" aus und untersuchte der Reihe nach sämtliche Kochsalzseen Siebenbürgens. Durch Temperaturmessungen in verschiedenen Tiefen überzeugte er sich, daß in der großen Mehrzahl dieser Salzseen die Sonnenwärme ebenso aufgespeichert wird, und daß sie ähnliche Temperaturabnormitäten

* Diese Referate sind ursprünglich in der Chemikerzeitung erschienen.

aufweisen wie der Bärensee in Szováta. Verfasser ließ sodann, im Hofe des hygienischen Instituts der Universität Kolozsvár Eichenfässer in die Erde versenken, füllte diese mit entsprechend konzentrierter Bittersalz-, Soda- und Kochsalzsole, überschichtete diese mit Süßwasser und beobachtete zu verschiedenen Tageszeiten, in verschiedenen Tiefen die Temperatur der Lösungen. Es wurde festgestellt, daß diese Lösungen — gerade so wie in der Natur — die Sonnenwärme reichlich aufspeichern und übereinstimmend mit der Ansicht Kalecsinszkys als natürliche Wärmeakkumulatoren betrachtet werden können.

2. Alexius Sigmond sprach über *die Düngewirkung der verschiedenen Stickstofformen.* Der Vortragende stellte im pflanzenphysiologischen Institute der landwirtschaftlichen Akademie in Magyar-Óvár vergleichende Topfversuche mit anorganischen und organischen Stickstoffdüngern an. Das Resultat dreier großer Versuchsreihen war — Salpeterstickstoff = 100 gesetzt — folgendes: Ammoniak — N = 90, Knochenmehl — N = 90, Blutmehl — N = 67, flüssiger Stalldünger — N = 62, junger Wicken — N (als Gründüngung im Herbst angewendet) = 78, Kleestroh — N (als Gründüngung im Herbst angewendet) = 59, derselbe trocken = 62, getrockneter Schweinemist — N = 57, frischer Stallmist — N im Herbste = 50, im Frühjahre = 41, reifer Stallmist — N im Herbst = 49, im Frühjahr = 42. Schließlich vergleicht Verfasser seine Versuchsergebnisse mit denjenigen Wagners und Pfeiffers in Jena.

Sitzung am 24. Februar 1903.

1. Emil Preuss hielt einen zusammenfassenden Vortrag *über den modernen Stand der Holzdestillation.* Dieser Industriezweig hat sich in letzter Zeit in Ungarn ziemlich eingebürgert, da die nördlichen Komitate über ausgedehnte Buchenwaldungen verfügen. Der Vortragende skizziert den Fabrikationsgang der gewonnenen Produkte, deren Wert und Verwendung.
2. Jakob Szilasi machte auf das neu erschienene umfangreiche Werk Moszko Wieners: *„Die Entwickelung der Zuckerindustrie in Ungarn"* aufmerksam. Ungarn besitzt gegenwärtig etwa einviertel Hundert solcher Fabriken, verglichen mit Deutschland und Österreich also eine recht kleine Zahl; doch befinden sich unter diesen die größten Fabriken Europas, z. B. Hatvan, wo in einer Kampagne beiläufig 12 Mill. Doppelzentner Rüben, täglich also rund 120 000 Doppelzentner verarbeitet werden. Infolge der Brüsseler Zuckerkonvention wird Ungarns Export nach dem Orient wahrscheinlich stark reduziert und der erzeugte Zucker im Lande selbst konsumiert werden, das bisher einen großen Teil seines Konsums durch Einfuhr aus Österreich decken mußte.

Sitzung am 31. März 1903.

1. Gustav Melczer hielt einen Vortrag *„Über Symmetrie und Achsenverhältnis beim Hämatit"*. Der Vortragende hatte vor einigen Jahren Gelegenheit, Symmetrie und Achsenverhältnisse des Korunds an sehr schönem Material zu bestimmen; in der gegenwärtigen Arbeit unterzog er den dem Korund so nahe verwandten Hämatit einer ähnlichen Prüfung. Da die diesbezüglichen Literaturangaben starke Abweichungen aufweisen, unternahm der Verfasser neue Messungen an beiläufig 100 Kristallen, die acht verschiedenen Fundorten entstammen. Er fand, daß das Achsenverhältnis beim Hämatit von Elba, Vezno, Cavradi, Dognácska und Hargita dasselbe, im Mittelwerte 1 : 1,3654 ist; es besteht also vollkommene Übereinstimmung mit dem Korund, dessen Achsenverhältnis zu 1 : 1,3652 gefunden wurde. — Abweichungen zeigen die Hämatite von Framont, Altenberg und Savetsch; wahrscheinlich weichen diese auch in ihrer chemischen Zusammensetzung von den zuerst angeführten ab, unter denen der Hämatit von Elba und Hargita auf Grund mehrerer Analysen als reines Eisenoxyd aufzufassen ist.
2. Alexius Sigmond brachte *„Beiträge zur Bestimmung der in natronhaltigen Böden vorkommenden schädlichen Salze"*. Die Bestimmung der in Natronböden vorkommenden wasserlöslichen Salze hatte bisher mit der Schwierigkeit zu kämpfen, daß es schwer hielt, reine wässerige Lösungen zu erhalten. Der Verfasser wandte zu diesem Zwecke mit Erfolg den elektrischen Apparat von Milton Whitney an, der den Salzgehalt des Bodens mit Hilfe des elektrischen Widerstandes bestimmt. Die bisher erzielten Resultate des Verfassers sind die folgenden: 1. Die horizontale und vertikale Verteilung der Salze in Natronböden ist ungemein veränderlich; 2. unter den wasserlöslichen Salzen ist die Menge der Soda sehr verschieden, nicht selten fehlt sie ganz; 3. ein bestimmter Zusammenhang ließ sich zwischen Qualität und Quantität der Salze und dem Pflanzenwuchse konstatieren; 4. auf Grund dieser Beziehung stellte der Verfasser eine praktische Klassifikation auf, welche mit Hilfe der Bodensalze diejenigen Pflanzenarten zu bestimmen gestattet, die auf gewissen Natronböden lebensfähig sind, bezw. inwieweit der Boden durch Auslaugen zu verbessern ist, um landwirtschaftlich nützliche Pflanzen zu zeitigen.
3. Aladár Vajdafy sprach *„Über die Bestimmung des Kalkes und der Magnesia in Kesselspeisewässern"*. Der Vortragende hat die Blacherschen Modifikationen des Wartha-Pfeifferschen Verfahrens zur Untersuchung von Kesselspeisewässern (*Zeitschr. angew. Chemie* 1902, Bd. 15, p. 198) an zehn verschiedenen Wasserproben einer eingehenden gravimetrischen Kontrolle unterzogen und gelangt zu dem

Ergebnisse, daß die Blachersche Methode dem älteren Verfahren gegenüber nicht nur keinen Vorteil bietet, sondern um vieles komplizierter ist und bei stark sulfatischen Wässern keine verläßlichen Resultate liefert.

Sitzung am 28. April 1903.

1. Karl v. Than hielt einen Vortrag *„Über das Kohlenstoffsulfid"*. Er gab in seiner anderthalbstündigen Rede eine ausführliche Zusammenstellung seiner zahlreichen und interessanten Versuche, welche die Darstellung dieses lange gesuchten Körpers bezweckten und nach beispiellosen experimentellen Schwierigkeiten schließlich doch zum erwünschten Ziele geführt hatten. (Vergl. den Sitzungsbericht von der Sitzung der III. Klasse der Akademie der Wissenschaften am 16. März 1903, p. 227 dieses Bandes.)
2. Josef Loczka: *Über die chemische Analyse des Lorandites und des Claudetites von Szomolnok.* Eine Lorandit-Analyse wurde bereits von Prof. Krenner ausgeführt und veröffentlicht, doch war diese insofern nicht vollständig, als das Arsen aus der Differenz bestimmt wurde. Der Vortragende gibt — als Mittel seiner Analysen — folgende Werte an: Gefunden S = 18,99, As = 22,30, Tl = 59,7 %; berechnet für $TlAsS_2$: S = 18,67, As = 21,87, Tl = 59,46 %. Dieser Lorandit stammte von Alchar in Macedonien. Der Claudetit war von Szomolnok (Ungarn). Der Vortragende gibt folgende Analysen: I. As = 75,87, O = 23,92, Unlösliches = 0,21 %; II. As = 76,03, O = 23,84, Unlösliches = 0,13 %; sie entspricht der Zusammensetzung der arsenigen Säure As_2O_3.
3. Josef Nuricsán legte die *Analyse der Ludwigs-Quelle von Abaúj-Tihany* vor. Besagte Quelle entspringt an den Ufern des Hernád, nicht weit von der Stadt Kassa; sie ist ein Erdsäuerling und gleicht unter den ungarischen in ihrer Zusammensetzung am meisten dem Brunnen von Szinnye-Lipócz, unter den ausländischen aber dem Gleichenberger „Klausen-Quell".

Sitzung am 26. Mai 1903.

1. Edmund László hielt einen Vortrag: *Über den Weinfaktor.* Der Vortragende will unter dieser Bezeichnung einen neuen, experimentell festzustellenden Faktor in die Weinanalyse einführen, der die gesamten im Weine enthaltenen — also auch die an Basen gebundenen — Säuren zum Ausdruck bringen soll, da die durch Titration ermittelte Gesamtsäure nur die freien Säuren umfaßt. Der Vortragende glaubt im Yttriumacetat ein geeignetes Reagens gefunden zu haben, mit dem die Säuren des Weines, Weinsäure,

Bernstein- und Äpfelsäure basische Salze liefern. Diese sind von konstanter Zusammensetzung und ihr Säuregehalt läßt sich durch eine Yttriumbestimmung feststellen: der Mittelwert des Wein- und Äpfelsäurefaktors wäre somit als eigentlicher Weinfaktor zu betrachten. Der Vortragende führt einige in diesem Sinne ausgeführte Weinanalysen an und will zur Bekräftigung seiner Anschauung weiteres, reicheres Analysenmaterial beibringen.

An diesen Vortrag anknüpfend bemerkt Referent, daß man unter den Säuren des Weines die Bernstein- und Zitronensäure nicht vernachlässigen dürfe, diese also bei der Rechnung des Weinfaktors ebenfalls mit in Betracht zu ziehen wären.

2. Julius Szilágyi hielt einen Vortrag: *Beiträge zur Kenntnis der Weine Ungarns und zur chemischen Zusammensetzung ihrer Asche.* Der Vortragende gibt seine analytischen Befunde in fünf Tabellen, worin die Aschenanalysen von gewöhnlichen Weißweinen, weißen Rassenweinen, Dessert-, Szamorodner und Tokayer Weinen zusammengestellt sind, und zieht aus diesen Ergebnissen einige Schlußfolgerungen.

In der darauffolgenden Diskussion wird das Verfahren des Vortragenden kritisiert und bemerkt, daß er zu diesen Analysen verschiedene Weine einer Gattung benutzte, wodurch natürlich der Wert dieser Aschenanalysen stark reduziert wird.

Sitzung am 27. Oktober 1903.

1. Sigmund Neumann referierte über drei *Mineralwasseranalysen.* Die Apollonia-Quelle von Hanva (Komitat Gömör) enthält in 1 Liter 0,0322 g Brom und 0,0462 g Jod. Die Artesia-Quelle — im Revier der allbekannten „Ofner" Bitterwässer, in nächster Nähe der Hauptstadt gelegen — enthält in 1 Liter 22,553 g an gelösten Stoffen, wovon 96 Äquivalentprozente Natrium und Magnesiumsulfat sind. Das Wasser von Kenderes (Komitat Pest) charakterisiert sich als schwaches Bitterwasser mit verhältnismäßig hohem Kochsalzgehalte. Es lieferte 12,47 g festen Rückstand, dessen Hauptmenge Magnesiumsulfat und Chlornatrium ausmachen.
2. Stefan Weiser hielt einen Vortrag: *Über das Avenin.* Bereits im Jahre 1883 veröffentlichte der französische Forscher Sanson eine Mitteilung über den wirksamen Bestandteil des Hafers, der angeblich auf die motorischen Nervenzentren des Pferdes anregend wirken soll: er faßte diesen als Alkaloid auf und nannte ihn Avenin. Die Existenz dieses Alkaloides wurde später von Wrampelmeyer angezweifelt. Der Vortragende wiederholte nun die Versuche der beiden Forscher mit von anderen Samen vollkommen befreiten reinen Hafer und fand, daß das Samsonsche Avenin überhaupt nicht

existiert, und daß der Hafer — gleich allen Cerealien — kein Alkaloid enthält.

Hieran knüpfte sich eine Diskussion, an welcher sich Prof. Kosutány beteiligt, der behauptet, daß dem Hafer eine anregende Wirkung nicht abzusprechen sei. Nach der Ansicht des Referenten könnte diese auf ein Glykosid oder eine Oxydase oder ähnliche Körper, die ja wohl in den meisten Samen enthalten sein dürften, zurückzuführen sein; solche Verbindungen sind natürlich durch die üblichen Alkaloidreagentien nicht auffindbar.

Sitzung am 24. November 1903.

Mathias Balló hielt einen Vortrag über *die Geschichte und Einrichtung der chemischen Untersuchungs- und Lebensmittelprüfungsanstalt der Haupt und Residenzstadt Budapest,* dem eine Besichtigung der Anstalt folgte.

Sitzung am 29. Dezember 1903.

1. Heinrich Auer sprach *über die Anwendung der Temperaturerniedrigung zur technischen Trennung von Salzgemischen in Lösungen,* und bezieht sich dabei auf das im Großbetriebe ausgeübte Verfahren von Wylde, Hannuill und Auer zur Scheidung des $KClO_3$ von Calciumchlorid in den Mutterlaugen der Chloratfabrikation nach Liebig. Diese Laugen enthalten in 1 l neben etwa 525 g Calciumchlorid noch etwa 30 g $KClO_3$, entsprechend einem Verlust von 20 % des Gesamtchlorates. Da sich beim Abkühlen unter gewöhnliche Temperatur das ganze Calciumchlorid mit abscheidet, so wird zweckmäßig mit 20 % Wasser verdünnt, wodurch das Calciumchlorid bis -25^0 C. in Lösung gehalten wird, wohingegen das Kaliumchlorat unbehindert auskristallisiert. Auf diese Weise läßt sich der Chloratgehalt der verdünnten Mutterlauge von 24 g in 1 l auf 8—10 g herabdrücken. Der Chloratverlust fällt also auf 7 %. Nach der Bakhuis-Roozeboomschen Löslichkeitskurve des Calciumchlorids wären die äußersten Grenzen: Verdünnung mit 40 % Wasser für eine Temperatur von -55^0 C. Dieses Verfahren läßt sich auf alle Salzgemische anwenden, in denen der eine Bestandteil in Wasser leicht löslich ist.
2. Josef Nuricsán machte eine vorläufige Mitteilung *über die Bestimmung von Jod und Brom,* in der er seine auf die gleichzeitige Bestimmung dieser beiden Elemente abzielenden Versuche kurz erörtert, die auf der bekannten Tatsache beruhen, daß Chlor im alkalischen Medium sowohl Brom als auch Jod zu Brom- bezw. Jodsäure oxydiert. Die Versuchsanordnung war folgende: Jodkalium- und Bromkaliumlösung wurde mit Kaliumcarbonat alkalisiert, mit überschüssigem Chlorwasser eingetrocknet und in der wässerigen

Lösung des Rückstandes die Summe beider Halogene ermittelt; von dieser kommt in Abzug diejenige Jodmenge, die sich beim Kochen der angesäuerten Lösung mit überschüssigem Chlorwasser ergibt. Hierbei wurde die auffallende Beobachtung gemacht, daß Jod in alkalischer Lösung durch Chlor nicht zu Jodsäure, sondern zu Überjodsäure oxydiert wird; entsprechend dieser Tatsache werden beim Versetzen mit salzsaurer Kaliumjodidlösung nicht 6, sondern 8 Äquivalente Jod abgeschieden. Die Arbeit wird fortgesetzt.

D) Fachsektion für Physiologie.

(Mit Benutzung der Protokolle referiert von Dr. Rudolf Picker.)

Sitzung am 20. Januar 1903.

1. Doc. Dr. Julius Donáth hielt den folgenden Vortrag: *„Die Bedeutung des Cholins bei Epilepsie. Beiträge zur Chemie der Cerebrospinalflüssigkeit.“* Donáth wies durch seine Untersuchungen nach, daß das Cholin, das Abspaltungsprodukt des im Gehirn und im Nervengewebe stets vorhandenen Lecithins, in der Cerebrospinalflüssigkeit von Epileptikern sozusagen niemals fehlt.

   Spritzte er das Cholin Versuchstieren unter die Dura mater, so machte er die bisher unbekannte Erfahrung, daß das Cholin heftige Krämpfe auslöst. Bei seinen Kontrollversuchen, wo physiologische oder sogar 10 proz. Kochsalzlösung injiziert wurde, zeigte sich keine derartige Wirkung. Es ist demnach das Cholin ein ausgesprochenes Gift, welches bei der Auslösung der epileptischen Anfälle eine hervorragende Rolle spielt.
2. Doc. Dr. Koloman v. Tellyesniczky: *„Teilung durch Reduktion. Centrosomen“*. Tellyesniczky demonstriert mikroskopische Präparate, deren Gegenstände sind: Attraktionssphären und Centrosomen aus den Hoden von Ascaris megalocephala in den sich im Stadium der Reduktionsteilung befindlichen Spermatocyten, Attraktionssphären in den ersten Furchungskugeln des Forelleneies, Teilung durch Reduktion in den Spermatocyten von Salamandern und Rana usw.

Sitzung am 17. Februar 1903.

Diese 100. Sitzung der Fachsektion wurde vom Präsidenten der Sektion, Prof. Ernst Jendrássil, mit einer längeren Rede eröffnet. Dieser folgten die nachstehenden Vorlesungen:

1. Prof. Dr. Ferdinand Klug demonstriert ein *„Phantom für den Blutkreislauf“*, welches sich von den meisten bis dato in Gebrauch befindlichen insoweit unterscheidet, als bei seiner Konstruktion das

lebende Froschherz die Zirkulation aufrecht erhält und mit Hilfe seiner Klappen die Richtung des Kreislaufes bestimmt. Das Herz erhält das Blut aus einem besonderen Behälter durch Vermittelung eines den venösen Kreislauf darstellenden Glasrohres und treibt das Blut durch das den arteriösen Kreislauf versinnbildlichende Glasrohr auf solche Weise in den Behälter zurück, daß es hierbei zuletzt mit der Luft in Berührung kommt und dergestalt einigen Sauerstoff aufnehmen kann. Das arterielle System steht mit einem Manometer in Verbindung, mit dessen Hilfe der Blutdruck und die absolute Kraft des Herzens bestimmt werden kann. Das Herz selbst befindet sich in einem geschlossenen Gefäß, welches mit einem kalibrierten Glasrohr kommuniziert, sodaß die Volumsänderungen dieses Organs bestimmt und erforderlichen Falles mit Hilfe eines Polygraphes registriert werden können. Außerdem können sowohl das das Blut als auch das das Herz bergende Gefäß in größere Behältnisse gebracht werden, mit Hilfe deren der Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Herzarbeit studiert werden kann. In einem derartigen Schema erhielt ein Froschherz den Kreislauf bis zu 30 Stunden aufrecht; dieser Zeitwert ist übrigens individuell verschieden.

Dieses Schema ist auch noch als Manometer für das Froschherz recht gut zu gebrauchen.

2. Geh. R. Prof. Dr. Andreas Högyes demonstrierte in Begleitung eines kurzen Vortrages *das Verhältnis zwischen dem häutigen Labyrinth und den assoziierten Körper- und Augenbewegungen.* Er setzte an Präparaten und Phantomen den Mechanismns der bei Ortswechsel in den häutigen Ampullen vor sich gehenden Veränderungen auseinander und schilderte ihre Rolle beim Zustandekommen der sogenannten Kompensationsbewegungen, welche die Ortsveränderungen des Kopfes und Rumpfes begleiten.
3. Prof. Dr. Otto Pertik: *„Über die Struktur der Markhülle“.* Es gelang Pertik auf experimentellem Wege solche sehr lange mikroskopische Myelinzylinder zu erzeugen, an denen die Spaltung der Myelinsubstanz stets in Form schief verlaufender, durch Myelinfäden überbrückter Fäden stattfindet. Dieser Versuch beweist, daß die von Golgi, Rezzonico und anderen Autoren zwischen den sogenannten Lunternannschen Myelinspalten beschriebenen Myelinbrücken Kunstprodukte sind. In vielen diesbezüglichen Arbeiten findet sich als Ausgangspunkt die irrige Hypothese, daß die Markscheide mit dem Protoplasma zu vergleichen sei. Pertik hatte schon vor längerer Zeit nachgewiesen, daß das Mark die Myelin produzierende Substanz vorstelle, die er myelinogene Substanz benannte, ein Name, den seinerzeit auch Brücke akzeptierte. Die Myelinfiguren sind nur die physikalischen Erscheinungen der Schmel-

zungsvorgänge und chemischen Veränderungen des Myelins. Dies ist der einheitliche Standpunkt, von dem aus man bei Beurteilung der zahlreichen auf die Markscheidenfrage bezüglichen Arbeiten auszugehen habe.

4. Prof. Dr. Michael Lenhossék demonstriert unter dem Titel „*Beitrag zur Technik des anatomischen Unterrichts*“ eine Methode, mittels welcher man bei den demonstrativen Vorlesungen, zu denen auch die anatomischen zu rechnen sind, Zeichnungen auf der Wandtafel mit großer Schnelligkeit, Genauigkeit und Bequemlichkeit entwerfen kann. Die kleinen Originale werden mittels Reflektors vergrößert, auf ein großes Papier übertragen und hier die Konturen in gleichen Abständen durchlocht. Das durchlochte Papier wird auf die Tafel gespannt und nun mit einem feuchten, mit Kreide bestreuten Schwamme einige male darüber gefahren, so daß auf der Tafel die Direktionspunkte der Konturen gut zu sehen sind, welche dann gelegentlich des Vortrages bei der Darstellung der erläuternden Zeichnung vortreffliche Dienste leisten, wie dies aus der Demonstration der Methode ersichtlich ist.
5. Prof. Dr. Adolf v. Szili berichtet über „*Eine sehr eigentümliche Veränderung der menschlichen Linse*“, welche, obzwar im Grunde genommen pathologisch und in nahem Verhältnis zur Starbildung stehend, doch viele Jahre hindurch das Eindringen der Lichtstrahlen in das Auge nicht behindert, sondern nur die Brechung derselben modifiziert. Es kommt nämlich mitunter vor, daß alternde Individuen der Regel entgegengesetzt in die Ferne schlechter und in die Nähe besser zu sehen beginnen, so daß sie beim Lesen das seit einiger Zeit benötigte konvexe Glas entbehren können, während beim Sehen in die Ferne ein stets schärferes konkaves nötig wird. Szili sah in den letzten 5 Jahre 17 derartige Fälle, deren einen er auch vorgestellt hatte. Es ist sehr zu verwundern, daß bei der nicht allzugroßen Seltenheit derartiger Fälle die mit dem oben beschriebenen Symptomkomplex einhergehende, typisch zu nennende Veränderung der Linse der allgemeinen Aufmerksamkeit entgangen ist, wie aus der geringen einschlägigen Literatur ersichtlich ist, welche nur eine deutsche und eine französische Arbeit umfaßt; die letztere erklärt übrigens auch das Krankheitsbild von einem falschen Standpunkt aus.
6. Prof. Dr. Adolf Ónodi sprach über „*Offene Fragen in der Anatomie und Physiologie der Kehlkopfnerven*“. Der Vortragende hielt, als die Fachsektion entstanden war, die erste Vorlesung über die Kehlkopfnerven. Seither hat er seine diesbezüglichen Untersuchungen fortgesetzt. Die Ergebnisse derselben sind im vergangenen Jahre durch die kgl. ungar. Akademie der Wissenschaften in einer größeren Monographie publiziert worden. Es war die Absicht des Vortragenden,

die Verbindung zwischen der Vergangenheit und der Gegenwart — der ersten und der hundertsten Sitzung — aufrechtzuerhalten, indem er auf die einschlägigen offenen Fragen einging.

Zum Schluß gab der Sekretär der Sektion, Herr Doc. Dr. K. v. Tellyesniczky einen kurzen historischen Überblick über die Wirksamkeit der Sektion seit der ersten, am 4. Februar 1892 gehaltenen, bis zur heutigen, der hundertsten Sitzung der physiologischen Sektion.

Sitzung am 31. März 1903.

Prof. Dr. Hugo Preisz: *„Beiträge zur Physiologie und Morphologie des Anthraxbacillus (mit besonderer Berücksichtigung der Sporenbildung)“.* Die Kulturen des sporogenen Milzbrandbazillus werden auf Agar-Agar nach längerer oder kürzerer Zeit uneben, höckerig; diese Höcker wachsen bis zur Größe eines Stecknadelkopfes, ja bis zu der einer Linse und kommen auf die Art zustande, daß die in den Kulturen gebildeten Sporen zum teil auswachsen und neue, sekundäre Kolonien bilden. Daß diese sekundären Kolonien tatsächlich auf diese Weise entstehen, geht daraus hervor, daß auch in den Kulturen, welche höheren Temperaturen ausgesetzt waren, und welche demnach nur noch Sporen enthalten, die Entwicklung sekundärer Kolonien in der gewohnten Weise vor sich geht. Die Bazillen dieser Kolonien weichen in morphologischer Hinsicht wesentlich von denen der primären ab.

Die Sporen des Anthraxbacillus entstehen nicht durch das Anwachsen oder die Vereinigung der Bungeschen oder ähnlichen Körnchen, sondern entwickeln sich ganz selbständig an einem Ende der Bakterienzelle. Es erscheint an dieser Stelle eine mit der Membran eng zusammenhängende, sich stark färbende Substanz und trennt in Form einer Scheidewand die Spitze der Bakterienzelle von dem übrigen Teile derselben. Bei diesem Vorgange ist oft die Mitwirkung eines kernähnlichen Gebildes zu bemerken, welches dann in die primordiale Spore einbezogen wird.

Die in der Längsachse des Bakterienkörpers tief liegenden und von manchen Autoren als Zellkern beschriebenen Bildungen sind es nicht, sondern nur verdichtete Plasmamassen, in denen die Entwicklung der säurefesten (Bungeschen) Körperchen beginnt, welche dem Anschein nach zur Ernährung der sich entwickelnden Sporen bestimmt sind. Im Innern dieser säurefesten Körperchen ist in größerer oder geringerer Menge eine metachromatische Substanz enthalten, welche sich mit Anilinwassergentiana oder Karbolmethylenblau rot färbt. Die viel und große säurefeste Körperchen enthaltenden sekundären Kolonien färben sich mit Suden III. übergossen dunkelrot, während die primären diese Farbe nur in sehr geringem Grade aufnehmen.

Die Babes-Ernstschen Körnchen fehlen den Anthraxbacillen oft. Wird aus ganz frischen Kulturen entnommenes Material mit sehr verdünnter Fuchsinlösung behandelt, so werden in der Bakterienzelle manchmal mehrere stark tingierte kugelförmige Gebilde sichtbar, welche von den bisher im Leibe des Anthraxbacillus beobachteten Körnchen wesentlich abweichen und wahrscheinlich als Zellkern anzusehen sind.

Sitzung am 21. April 1903.

1. Doc. Dr. Josef Némai: *„Einige Eigenheiten der ungarischen Aussprache“*. Aus der Vergleichung der deutschen und ungarischen Aussprache geht hervor, daß der Ungar, da in seiner Sprache eine Häufung von Konsonanten nicht vorkommt, auf das Zustandebringen derselben auch kein besonderes dynamisch-phonetisches Gewicht verwendet. Der Schwerpunkt der magyarischen Aussprache liegt auf den Vokalen, selten auf verdoppelten oder kombinierten Konsonanten. Zufolge der Eigenheit der deutschen Aussprache schließt sich den explosiven Mitlauten k, t und p, wenn sie vor einem Selbstlaute stehen, stets ein „h“ an; diese Schärfe, welche durch das rasche Ausstoßen des Luftstromes entsteht, klingt im Ungarischen sehr unschön. Der Ungar spricht diese Konsonanten nur „en passant“ kurz aus und stellt sein Stimmorgan a priori auf den Vokal ein. Der Ungar artikuliert die mit der Zungenspitze gebildeten Konsonanten l, t und d vorne an den Schneidezähnen, der Deutsche an den Alveolarfortsätzen. Das deutsche Idiom besitzt auch noch viel weiter rückwärts am Gaumen gebildete Laute, welche im Ungarischen sehr fremdartig klingen.
2. Dr. Geyza Farkas: *„Zur Methodik der elektrometrischen Messung der Reaktion des Blutserums“*. Zuerst setzte er auseinander, daß die in der allerjüngsten Zeit veränderte Methodik die Nachprüfung seiner im Monate November des Vorjahres hier vorgetragenen Konklusionen, — die Reaktion des Blutserums sei annäherungsweise amphoter — notwendig gemacht habe. Elektromotorische Messungen an salzig-basischen Lösungen ergaben im Vergleich zu den an Säuren vorgenommenen eine doppelt so große Konzentration der Hydroxyl-Ionen. Der Grund hierfür liegt, wie sich aus seinen sehr zahlreichen Messungen ergab, in der störenden Wirkung des der basischen Lösung hinzugefügten Kochsalzes. Mit Ausschluß jeglichen technischen Messungsfehlers erhielt er bei Anwendung einer vierfachen Kombination der Elemente genau dieselben Resultate (mit einer Maximalabweichung von 5 %) als die im Vorjahre berichteten. Es läßt sich also auf Grund dieser Nachprüfungen nunmehr mit voller Gewißheit der Satz aussprechen, daß die Reaktion

des Blutes der Haustiere und der Menschen annäherungsweise amphoter ist.

3. Dr. Paul Szily: *„Die Anwendung von Indikatoren bei der Bestimmung der Reaktion tierischer Flüssigkeiten“.* Titriermethoden messen die chemische Reaktion nicht. Die Genauigkeit der Messung der alkalischen Reaktion mit Hilfe der elektrometrischen Methode wird auch durch Anwendung von Indikatoren nicht erreicht, da die empfindlichsten unter diesen, sowie Phenolphthaleïn, Lakmus Rosolsäure, Alizarin usw., auch nur die Anwesenheit von $5 \cdot 10^5$ OH, d. h. $^1/_{20000}$ N Alkali durch den Färbenwechsel anzeigen. Werden die Versuchsresultate mit den auf Grund der Hydrolyse und Dissoziation berechenbaren Werten verglichen, so stellt sich heraus, daß der Farbenwechsel beim Umschlag der Reaktion nicht von der Natur der gelösten Base, sondern nur von der OH-Konzentration und dem Indikator abhängt. Das Bikarbonat wird von dem Phenolphthaleïn durch rosenrote Färbung indiziert, welche jedoch bei Sättigung durch Kohlendioxyd verschwindet. Dementsprechend schlägt die Farbe des Lackmus von bläulich-violett in rötlich-violett über, und zeigt das von Kohlendioxyd gereinigte Wasser durch eine rein rote Färbung an. Es ist demnach das Lackmus eine mit dem Kohlendioxyd gleich starke Säure. Auf Grund seiner Versuche erwies sich die Rosolsäure als stärkere Säure als das Lackmus, indem sie das Bikarbonat auch nach Sättigung mit Kohlendioxyd als Base, hingegen das kohlendioxydfreie Wasser als Säure indiziert. Das Methylorange ist ein Alkalisalz, welches in neutralen und basischen Medien gelb ist und erst in sauren Medien, deren Säurekoeffizient mindestens $6 \cdot 10^4$ beträgt, vollkommen rosafarbig wird. Die Indikatoren nehmen im Blutserum eine solche Färbung an als in dem mit Kohlendioxyd gesättigten Bikarbonat, woraus hervorgeht, daß die alkalische Reaktion des Serums geringer ist als $5 \cdot 10^5$, hingegen seine saure Reaktion geringer als $6 \cdot 10^4$. Das Blutserum enthält demnach kein Soda.

Das Blutserum, mit einer Säure oder einer Base titriert (Methylorange gegen Phenolphthaleïn), erweist sich als beiden gegenüber hochgradig resistent, d. h. es ist bestrebt beiden Einwirkungen gegenüber seine Neutralität zu bewahren, eine Eigenschaft, die auch dem Bikarbonat zukommt. Im Blutserum besitzen die Katione die Oberhand. Damit die Neutralität aufrechterhalten werden könne, muß dem Eiweis das Vermögen zukommen, das überschüssige Alkali an mehrere Basen als Säure zu binden.

Sitzung am 5. Mai 1903.

1. Dr. Wilhelm Roth-Schulz referiert unter dem Titel *„Diffusion durch Membranen und Resorption“* über seine im Vereine mit Cornel

v. Körössy angestellten Untersuchungen, deren Zweck war, den durch tote tierische Membranen hindurch stattfindenden Austausch von Lösungen mit der in den serösen Höhlen und in dem Darmtraktus des lebenden Organismus vor sich gehenden Resorption zu vergleichen. Aus seinen Untersuchungen geht hervor, daß die Diffusion von Salzen durch Pergamentpapier denselben Gesetzen unterliegt als die freie Diffusion. Wenn wir, um den Verhältnissen im Organismus um einen Schritt näher zu kommen, die Lösung durch das Pergament nicht gegen Wasser, sondern gegen Blut diffundieren lassen, so geht der Austausch der Salze einerseits langsamer vor sich, andererseits verschwindet die obenerwähnte Gesetzmäßigkeit, indem bei der Diffusion der einzelnen Salze verschiedene Verspätungen zu verzeichnen sind.

Aus den Resorptionsversuchen, welche er an einem Hunde mit Vellascher Darmfistel anstellte, ergab sich, daß für die Resorptionsgeschwindigkeit von Salzlösungen nicht die Diffusionsgeschwindigkeit des betreffenden Salzes von Ausschlag ist, sondern das verschiedenen Salzen gegenüber variierende Selektionsvermögen des Blutes und der Darmwand, wie sich dies bereits aus physikalischen Versuchen ergeben hatte.

2. Cornel v. Körössy berichtet über eine *„Die Resorption in der Peritonealhöhle“* betreffende Versuchsserie, welche er im Vereine mit Geyza Lobmeier im Anschluß an die obenstehenden physikalischen Experimente von Roth-Schulz und Körössy angestellt hat. Es war zu ermitteln, ob verschiedene Salze aus dem Peritonealraum in derselben Reihenfolge und in denselben relativen Mengen zur Resorption gelangten, als bei der Diffusion dieser Salze im Blute ermittelt worden war. Die Versuche wurden in der Weise angestellt, daß Kaninchen die zu untersuchenden Salzlösungen intraperitoneal infundiert und $^1/_2$ Stunde später die Konzentration derselben wieder bestimmt wurde. Die wenig pünktlichen Versuchsergebnisse zeigten, daß im Vergleich zu den übrigen untersuchten Salzen sich für das Kochsalz die geringsten, für die Chloride und und Karbonate eine etwas größere und für die Sulfate und Mangansalze die größten Resorptionswerte ergeben. Es stellte sich also heraus, daß die relativen Resorptionswerte des Peritoneums für die Salze sich ebenso verhalten wie die, welche sich bei der Diffusion der Salze ins Blut ermitteln lassen. Es ist demnach unter Berücksichtigung älterer Untersuchungen die Resorption der Salzlösungen auf Grund der Wirkung physikalischer Faktoren, des osmotischen und filtratorischen Druckes zu erklären.

Sitzung am 19. Mai 1903.

Prof. Dr. Ernst Jendrassik: *„Die Grundsätze der Bewegungseinrichtungen des Organismus mit Berücksichtigung der Funktion der einzelnen Muskeln“.* Jendrassik stellte für die Richtung und Wirkungsweise der einzelnen Muskeln folgendes einfache Gesetz auf: Jedes Glied (mit einigen aus der Position folgenden Ausnahmen) wird durch sechs Muskeln bewegt, und zwar in sechs bestimmten Richtungen, aus denen sich sämtliche Bewegungen kombinieren lassen. Diese Bewegungsrichtungen lassen sich auf die Ebenen der Halbbogengänge des Labyrinthes zurückführen, deren Zusammenhang mit den Bewegungen altbekannt ist; Prof. Andreas Högyes hat auch gezeigt, daß die einzelnen Halbbogengänge mit gewissen bilateralen Bewegungen in eigentümlicher Reflexverbindung stehen. Die Anwendung der Richtungsebenen der ductus semicirculares für seine Untersuchungen gelang ihm auf dem Wege, daß er den Ausgangspunkt für die Bewegungen der einzelnen Glieder einheitlich bestimmte, indem er stets das Zentrum des Bewegungsfeldes, d. h. die zwischen den extremsten Exkursionen auffindbare Mittelposition bestimmte und außerdem die Formverhältnisse der einzelnen Muskeln in Betracht zog. Von dieser Basis ausgehend untersuchte er die Muskulatur der Extremitäten und die einzelner anderer Körperregionen, und es gelang ihm nicht nur der Nachweis dessen, daß jedes Glied in den erwähnten sechs Ebenen Muskeln besitzt, durch welche die Bewegung sämtlicher Exkursionen des Bewegungsfeldes geschieht, sondern auch die graphische Konstruktion der einzelnen Bewegungsrichtungen.

Sitzung am 6. Oktober 1903.

1. Prof. Dr. Josef Marek schildert in seinem Vortrage: *„Neuere Untersuchungen über die Zeugungslähmung (Polyneuritis) der Pferde“* kurz die klinischen Symptome und die bei dieser Erkrankung angestellten histologischen Untersuchungen und beschreibt sodann unter Demonstration von Präparaten die von ihm in zwei weiteren Fällen erhobenen histologischen Befunde, welche die Resultate seiner im Jahre 1900 angestellten Untersuchungen bestätigten, indem sie erwiesen, daß die Zeugungslähmung im Grunde genommen eine Polyneuritis ist, welcher sich infolge der auch in den hinteren Rückenmarkwurzeln auftretenden Entzündung auch die Entartung einiger in den Hintersträngen verlaufender Bahnen zugesellt.

   Aus den histologischen Befunden geht hervor, daß das Virus der Polyneuritis auf die nervösen Elemente seine schädigende Wirkung nur durch die Erkrankung des interstitiellen Gewebes ausübt.

Die peripheren Nerven sind durch ihren Reichtum an Blut- und besonders am Lymphgefäßen besonders zur Erkrankung prädisponiert. Kleine zellige Infiltrationsherde können sich auch in anderen Organen bilden, ohne indessen in der Regel die Funktion derselben zu beeinträchtigen.

An der Diskussion nahmen teil Prof. Dr. Ferd. Klug, Prof. Dr. Fr. Hutyra und Dr. J. Justus.

2. Dr. Geyza Farkas hält einen Vortrag über seine im Vereine mit Dr. Elemér Scipiades angestellten Untersuchungen *„Über die molekulare Konzentration des Serums und Fruchtwassers von Schwangeren, Kreißenden und Wöchnerinnen“*, deren Ergebnisse sich in folgendem zusammenfassen lassen: Während der Schwangerschaft steigt der Gefrierpunkt des Serums über die Norm, d. h. seine molekulare Konzentration sinkt; nach der Geburt erreicht die Konzentration entweder den normalen Mittelwert oder steigt über denselben. Die korrigierte elektrische Leitungsfähigkeit des Serums im Wochenbett weicht nicht bemerkbar von der Leitungsfähigkeit des Serums in der Schwangerschaft ab, was darauf hinweist, daß während der Gestation die molekulare Konzentration des Elektrolyten unverändert ist; die Molekülzahl des Anelektrolyten, welche im großen Granzen den organischen Molekülen entspricht, ist geringer als im Wochenbett. Das Eiweiß und der Chlorgehalt zeigen keine charakteristischen Veränderungen. Auch die Konzentration des Hydroxyl-Ions schwankt nur innerhalb der Grenzen der normalen neutralen Reaktion des menschlichen Blutserums. Die osmotische Analyse des menschlichen Serums ergibt keine wesentlichen Abweichungen von der des tierischen Serums. Das Fruchtwasser ist eine Eiweiß spurenweise enthaltende hypotonische Lösung und kein einfaches Bluttranssudat.

An der Diskussion nahmen teil Prof. Dr. Ferd. Klug und Prof. Dr. Alexander v. Korányi.

Sitzung am 20. Oktober 1903.

1. Prof. Dr. Ferdinand Klug berichtet über *„Zwei Blutkreislaufsphantome“*, die er konstruiert und in denen das lebende Herz und dessen Klappen selbst das Blut in Zirkulation erhalten, mit deren Hilfe er die Wirkung des Blutdruckes und der Temperatur auf die Herzaktion erforschte.

Was die Wirkung des Blutdruckes betrifft, so ergab sich, daß sie auf die Frequenz des Herzstoßes keinen Einfluß hat; hingegen hängt die Größe der vom Herzen weiterbeförderten Blutmenge ganz vom Blutdrucke ab, indem dieselbe mit dem Ansteigen des venösen Druckes bis zu einer gewissen Grenze wächst. Das

Optimum dieser Wirkung liegt für das Froschherz bei 5—10 cm venöser Pression. Von da ab nimmt die Menge des ausgetriebenen Blutes mit dem weiteren Ansteigen des venösen Druckes ab, und zum Schluß bleibt das Herz konstant mit venösem Blute gefüllt. Bei stabilem, mittlerem, venösem Drucke und zunehmender arterieller Pression nimmt die Menge des vom Herzen aus getriebenen Blutes ab. Mit der Überbelastung des Herzens infolge des zunehmenden arteriellen Druckes nimmt die Menge des weiterbeförderten Blutes ab und schließlich kann dieser soweit ansteigen, daß das Herz das Blut nicht mehr auszutreiben vermag.

Was nun das gegenseitige Verhältnis des arteriellen und venösen Druckes betrifft, so vermag das Herz bei hohem (30 cm) arteriellen Druck mehr Blut in Bewegung zu halten, wenn der venöse Druck ein mittlerer ist, als wenn er unter oder über der Norm ist. Bei stabilem venösen und wachsendem arteriellen Drucke steigt die Herzarbeit bis zu einem gewissen Optimum an, um bei fortschreitender arterieller Drucksteigerung dann wieder zu sinken. Für das Froschherz beträgt dieses Druckoptimum ca. 5—10 cm für das venöse und 30 cm für das arterielle System.

Die Wirkung der Temperatur ist insoweit zu erkennen, daß unter dem Einfluß einer höheren Temperatur die Herzaktion im allgemeinen frequenter wird, mit dem Unterschiede, daß dieses Frequenzmaximum nicht für alle Herzen bei derselben Temperaturstufe dasselbe, sondern je nach der Reizempfänglichkeit des Herzens bei verschiedenen Temperaturen ein verschiedenes ist. Bei niederen und mittleren Temperaturen schafft das Herz mehr Blut fort als bei hohen; für das Froschherz beginnen die schädlichen Hitzegrade bereits bei 30^0 C. Die Herzarbeit verändert sich darum nicht immer proportional zur Zahl der Herzschläge; denn während (beim Froschherz) die Schlagzahl bis zu einem Temperaturanstieg von 40^0 C. stets noch zunimmt, nimmt die Herzarbeit über 30^0 C. bereits ab. Auch eine Veränderung des Cardiogrammes ist bei dem Anstieg der Temperatur zu verzeichnen. Die größte Höhe erreicht dasselbe bei 10—15^0 C., von da ab ist bei weiterem Temperaturanstieg bereits eine Verminderung der Höhe zu bemerken. Bei hohen Wärmegraden (40^0 C.) stellt sich gleichzeitig eine Störung im Rhythmus der Herzaktion ein; diese Perturbation erscheint auffallenderweise mit längeren Intervallen, während des Anfalles steigert sich die Schlagfrequenz bis zu wirklichem Herztetanus. Hohe Wärmegrade üben auf den Herzmuskel also eine schwächende und zugleich eine reizende Wirkung aus, wodurch die Superposition der Kontraktionen zustande kommt. Es ist dies eine sehr interessante Beobachtung, da noch bis zum heutigen Tag die Existenz eines Herztetanus vielfach in Frage gezogen wird. Aus Untersuchungen des Vor-

tragenden geht nun auch hervor, daß die Ursache des Tetanus in der unmittelbaren Einwirkung hoher Wärmegrade auf das Herz liegt. Durch die Temperaturveränderungen treten in den Muskelelementen des Herzens Veränderungen auf, welche den Ablauf der auf sie wirkenden Reize modifizieren.

2. Dr. Aladár Halász: „*Beiträge zur Kenntnis der bei Diabetes auffindbaren Veränderung der Pancreas*". Halász fand unter 15 untersuchten Fällen 14 mal pathologische Veränderungen in der Pancreas, von denen die am meisten charakteristischen die sind, durch welche die Langerhansschen Inseln betroffen werden. In der großen Mehrzahl der Fälle ist ihre Zahl auffallend gering; die vorhandenen sind pathologisch verändert. In einzelnen Fällen ist die Langerhanssche Insel auffallend atrophisch, bald sklerotisch und bald kleinzellig infiltriert; stellenweise geht das Inselepithel neben einfacher Atrophie auf eigentümliche Weise zugrunde: Die Zellgrenzen werden verwaschen, der Kern färbt sich dunkel, wird piknotisch und verschwindet weiterhin beim Fortschreiten des Prozesses; an Stelle der Zelle tritt eine homogene, nach van Gieson sich lichtgelb, mit Eosin sich blaßrosa färbende Substanz, also Kolloid. In anderen Fällen setzt die Veränderung an den Kapillaren der Insel ein; ihre Wände werden homogen, hyalin, während das Epithel der Inseln noch verhältnismäßig unverändert ist. Mit dem Fortschreiten des pathologischen Zustandes greift die hyaline Umwandlung zunächst auf die den Kapillaren benachbarten Epithelien über; zum Schluß ist die ganze Insel in eine hyaline Masse umgewandelt, in welche dann später das Bindegewebe einwandert.

Der Umstand einerseits, daß anfangs die Veränderung nur an den Kapillaren der Insel zu beobachten ist und daß die Blutgefäße des interlobulären Bindegewebes erst bei dem Fortschreiten des Prozesses erkranken, so wie andererseits der Umstand, daß die in der Insel vor sich gehende Veränderung (hyaline Metamorphose) in den den Kapillaren anliegenden Zellen beginnt, scheinen darauf hinzudeuten, daß als Ursache für das Zugrundegehen der Inseln, also als die wahre Grundlage des Diabetes eine die Kapillaren betreffende primäre Gefäßerkrankung anzusehen ist.

3. Dr. Jakob Justus: „*Weitere Forschungen über den physiologischen Jodgehalt der Zellen*". Der Zweck seiner Untersuchungen ist ein zweifacher; einerseits zielten sie dahin ab, die in seiner ersten Arbeit über den Nachweis des Jodgehaltes in den Organen aufgestellten Konklusionen nachzuprüfen, andererseits waren sie auch dahin gerichtet, um durch die quantitative Bestimmung des Jodgehaltes den relativen Jodreichtum der einzelnen Organe zu bestimmen. In seiner vor zwei Jahren veröffentlichten Arbeit war er zu der Ansicht gekommen, der Zellkern sei der Träger des Jods,

eine Schlußfolgerung, welche er aus jenen mikroskopischen Bildern geschöpft hatte, die ihm das in jedem Zellkern enthaltene Jod mit Hilfe geeigneter Reagenzien als gelbes Argentumjodid und als rotes Mercurijodid hatten erkennen lassen.

Vortragender schildert nun seine Methode genau: Die organische Substanz wird zuerst mit Ätzkali gekocht und hiernach bei Rotglut verascht. Aus dem wässerigen Extrakt wird das Jod, nach Auswässerung der Lösung, durch Kaliumnitrit freigemacht und in Benzol übergeschüttelt. Das Benzol wird durch das Jod violett gefärbt und das in dieser Lösung enthaltene Jod durch Vergleich mit einer fixen Jodlösung auf kalorimetrischem Wege quantitativ bestimmt.

Justus ist der Ansicht, daß auf Grund seiner Untersuchung unsere bisherige Auffassung über die Rolle der Schilddrüse dahin zu modifizieren ist, daß nicht nur die Thyreoidea allein — wie man dies bisher zu glauben geneigt war — Jod enthält. Es ergibt sich hingegen aus diesen Untersuchungen ein neues Problem: welche Rolle dem in jedem Zellkern und in allen Organen enthaltenen Jode zukommt.

Sitzung am 7. November 1903.

1. Prof. Dr. Ernst Jendrassik demonstriert in seinem Vortrage „*Weitere Beiträge zum Studium des Ganges*“ seine Untersuchungsmethode hauptsächlich vom Standpunkte der Anfertigung kinematographischer Photographien, welche zum Studium des Ganges und zur Darstellung von pathologischen Fällen dienen, durch Vorführung von Projektionen.
2. Prof. Dr. Karl Schaffer hält „*Über die pathologische Histologie der Tay-Sachsschen Erkrankung*“ unter Vorzeigung von Präparaten einen Vortrag, in dem er sich, nach kurzer Schilderung des klinischen Symptomkomplexes obgenannter Krankheit, zunächst mit den makroskopischen Veränderungen befaßt, welche an den Hirnen der an der Sachsschen Krankheit verstorbenen Individuen erkennbar sind. Er hebt hierbei die Unregelmäßigkeit der Furchung, das Klaffen der Hirnfurchen hervor; es kommen aber auch Fälle vor, in denen sich diese makroskopisch bereits erkennbaren Abweichungen nicht finden. Er geht sodann auf die pathologische Mikroskopie des Leidens über und kommt zu folgenden Konklusionen: 1) Nur an bestimmten engbegrenzten Teilen des Großhirns, in den Zentralwindungen, in der I. Frontalwindung und in der Gegend des Amens findet sich eine gewisse Entwicklung von markhaltigen Fasern; dagegen sind diese in den übrigen Teilen der Hemisphären kaum nachzuweisen. 2) Die sogenannten Assoziationsbahnen der Hemi-

sphären entbehren fast alle der markhaltigen Fasern; von den Projektionssystemen besitzen nur die cerebropetalen, namentlich die Schleifenbahn resp. die thalamo-corticalen Neurone normal entwickelte Markfasern, die cerebropetalen Systeme, in erster Linie die Pyramidenbahnen sind marklos. 3) Der Tigroidgehalt der Nervenzellen in der grauen Substanz von Hirn und Rückenmark weist entschiedene Veränderungen auf. Er rechnet die Sachssche Krankheit zu den primär degenerativen Erkrankungen des zentralen Nervensystems, bei der keinerlei Gefäßerkrankung nachzuweisen, also der entzündliche Ursprung auszuschließen ist.

Sitzung am 15. Dezember 1903.

Doc. Dr. Edmund Krompecher: *„Das relative Verhältnis von Epithel, Endothel und Bindegewebe"*. Auf Grund einer von den Basalzellen der Epidermis ausgehenden krebsigen Neubildung beschreibt Vortragender gewisse Übergangsformen des Epithels, welche sich mit dem Bindegewebe unmittelbar vermischen. Die Übergänge besitzen der Form nach ganz den Bindegewebscharakter. Von diesem Befunde ausgehend und zoologische, sowie embryologische Daten in seine Erörterungen einbeziehend, begründet er ausführlich die Möglichkeit der Umwandlung von Epithelen in Bindegewebe.

E) Populäre Abendvorlesungen.

Vorträge am 13., 20. und 27. November 1903.

Ludwig Biró hielt drei Vorträge unter dem Titel *„Steinzeitliches Leben in der Gegenwart"* über das Leben der Völker von Neu-Guinea.

F) Populäre Kurse.

1. Béla Lengyel: *Über einige Grundbegriffe und Gesetze der Chemie* 6 Vorträge vom 16. Januar bis 20. Februar 1903.
2. Br. Roland Eötvös: *Über Gravitation und Erdmagnetismus.* 6 Vorträge vom 28. Februar bis 4. April 1903.
3. Rudolf Kövesligethy: *Aus der Astronomie.* 6 Vorträge vom 14. November bis 19. Dezember 1903.

BERICHTE ÜBER DIE TÄTIGKEIT, DEN VERMÖGENSSTAND U. A.

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER KGL. UNG. NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT.

I. Ungarische Akademie der Wissenschaften.

1.

Die LXIII. feierliche Jahresversammlung der ungarischen Akademie der Wissenschaften wurde am 10. Mai 1903 vom Präsidenten Baron Roland v. Eötvös mit folgender Ansprache eröffnet:

Millionen von Buchstaben häuft unsere Akademie jährlich in ihren Veröffentlichungen an, und wir hätten mit Billionen zu rechnen, wenn wir Ähnliches über sämtliche Akademien der Welt und über die Hunderte von Jahren aussprechen wollten, seitdem die Akademien die Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeiten sammeln, aufbewahren und veröffentlichen. Wie unermeßlich ist die Arbeit, welche die Gelehrten aller Völker und Zeiten auf das Geheiß ihres denkenden Geistes zum Buchstabenschreiben verbrauchten. Wie viele verzehrten ihre Lebenskraft, indem sie diese ohnehin entkräftende Arbeit zurückgezogen, in einsamer Stube, bei kaum glimmendem Nachtlichte, auf die Schrift gebeugt vollführten und den Schreibgriffel nur dann aus den krampfhaft zusammengeklemmten Fingern fallen ließen, als der Geist dem Leibe nicht mehr zu gebieten vermochte.

Wozu all diese Mühe? Warum begnügt sich der Gelehrte nicht mit der unbeschreiblichen Wonne, welche die Entdeckung selbst der geringsten Wahrheit verursacht? Warum genügt ihm nicht die Übertragung der Wissenschaft durch das Gespräch, wie es zum Beispiel die Peripatetiker bei ihren Spaziergängen in schattigen Hainen pflegten? Nein, damit allein ist niemand zufrieden. In unserem vergänglichen Leben sind wir immer bestrebt, etwas Bleibendes zu schaffen. Wir sehen überall um uns herum ein Vergehen. Kaum haben wir Zeit uns an der aufblühenden Blume zu ergötzen, so sehen wir sie schon verwelken. Wie sollte nicht in dieser vergänglichen Welt der immergrüne Lorbeer einen unbeschreiblichen Reiz für uns haben.

Alle hoffen ihn als Lohn ihrer Arbeit zu erhalten: sowohl die Dichter und Künstler, die in ihren Schöpfungen die Phantasie führt, als auch die besonnenen und auf ihr diszipliniertes Denken stolzen Gelehrten, wenn sie die Ergebnisse ihrer Geistesarbeit veröffentlichen und damit ihren Namen vom Untergange zu retten suchen. Sie schreiben nicht allein der nächsten Stunde, nicht einmal dem nächsten Jahre oder Jahrhunderte: sie schöpfen ihre Kraft aus der Überzeugung, daß ihre Werke bestehen werden, solange Menschen auf der Erde leben.

Ohne diese Überzeugung gäbe es vielleicht überhaupt keine Wissenschaft, und der Fortschritt der Menschheit würde sich nur in der Entfaltung derjenigen Geschicklichkeiten äußern, durch die den momentanen Bedürfnissen abgeholfen werden kann. Wir dürfen daher der Hoffnung nicht entsagen, die wir an die Erhaltung der schriftlichen Aufzeichnung knüpfen.

Mit Behagen sehen wir auf die vollen Bücherschränke unserer Bibliotheken. Der Anblick der bereits dreihundert Jahre alten Veröffentlichungen der Accademia dei Lincei oder der seit 1665 ohne Unterbrechung erscheinenden Quartbände der Philosophical Transactions bekräftigt unser Vertrauen, daß auch von unserer Tätigkeit etwas erhalten bleibt. Neben den Schöpfungen großer Geister finden wir auch die Ergebnisse des Ameisenfleißes, neben den Namen eines Galilei und Newton auch die Namen sehr bescheidener Arbeiter.

Unser Vertrauen wird noch gesteigert, wenn wir die weitere Vergangenheit betrachten. Es wurden uns auf Papyrus, auf Pflanzenfaser geschrieben, in Steinen eingeritzt, in Erz gegossen und in Ziegel eingebrannt die vor Tausenden von Jahren entdeckten Kenntnisse als Erbschaft überlassen. Die heutige Wissenschaft stützt sich auf das Wissen des Altertums und selbst heute lernen wir die Philosophie, die Jurisprudenz, die Geschichte oder die Geometrie und Astronomie zum Teil aus mehr als tausend Jahre alten Büchern.

Es fragt sich aber, ob die geschriebenen Zeichen, die Buchstaben und die Zahlen zum Ausdruck aller unserer Kenntnisse ausreichen; ob durch diese Zeichen unsere Kenntnisse vor dem Untergange bewahrt werden können. Ich bitte die geehrte Versammlung, mir zu erlauben, diese Frage zu beantworten. Ein Rechtsgelehrter, ein Historiker, ein Philolog, mit einem Worte ein Humanist, wird kaum in die Lage kommen, sich diese Frage zu stellen. Es scheint ihm ganz selbstverständlich, daß er alles, was er selbst weiß, niederschreiben und so seine Kenntnisse nicht nur den räumlich entfernten Zeitgenossen, sondern auch den zukünftigen Generationen unversehrt mitteilen könne. Dasselbe kann der Mathematiker behaupten, da die von ihm aufgestellten Beziehungen der Zahlen und Verhältnisse der geometrischen Figuren durch Buchstaben und Zahlzeichen vollständig

ausdrückbar sind. Selbst der Zoologe, der Mineraloge und alle, die ihre Wissenschaft mit diesen auf gemeinsamer Grundlage bauen, können die Frage so einfach erledigen. Von ihrem Standpunkte aus haben sie vollkommen recht, denn vorausgesetzt, daß je ein Buch, das die sozialen, politischen, juristischen Verhältnisse oder die Sprache, die Fauna, die Flora unseres Vaterlandes behandelt, nach Jahrtausenden in die Hände eines wißbegierigen Lesers jener Zeiten geriete, könnte dieser Leser aus den Büchern ebensoviel erfahren als ein Zeitgenosse, der weit von unserm Vaterlande lebt.

Die Beantwortung der Frage wird aber bedeutend verwickelter für den, der sie vom Standpunkte der physikalischen Wissenschaften betrachtet.

Im Bereiche dieser Wissenschaften werden die Naturereignisse meistens mit solchen Sätzen beschrieben, welche einen Zusammenhang zwischen spezifisch verschiedenen Größen ausdrücken. Die Zahl als das Verhältnis von zwei Größen derselben Art, und so das geschriebene Zeichen der Zahl allein ist also zum Ausdruck dieser gesetzmäßigen Zusammenhänge nicht ausreichend.

Ich erwähne ein Beispiel.

Behaupte ich, die Verbrennung von 10 kg Kohle im Heizraume eines Kessels könne eine Dampfmaschine von 5 Pferdekräften 2 Stunden hindurch in Betrieb halten und setze uns in den Stand, wenn an die Dampfmaschine eine Dynamomaschine gekuppelt wird, 50 Glühlampen von 20 Kerzen Lichtstärke funktionieren zu lassen: so habe ich damit nicht etwa eine Beziehung zwischen den Zahlen 10, 5, 2, 50 und 20 aufgestellt, sondern einen Zusammenhang zwischen 10 kg Steinkohle, 5 Pferdekräften, 2 Stunden und 50 $\times$ 20 Kerzen ausgesprochen. Hier liegt die Schwierigkeit.

Wenn ich nämlich in unbescheidener Weise mich nicht mit der großen Ehre begnügte, die mir diese vornehme Versammlung erweist, indem sie meinen Überlegungen mit Geduld folgt, sondern auch den Wunsch hegte, daß diese Schrift einst nach 2000 Jahren nicht nur gelesen, sondern auch verstanden werde; dann genügte es hierzu nicht, die Aufbewahrung dieser Zeilen zu sichern. Ich müßte vielmehr auch dafür sorgen, daß das Kilogramm, mit dem ich die Masse der Kohle messe, aufbewahrt oder vielmehr hergestellt werde; ebenso die Uhr, mit der ich die Zeit bestimme; die Vorrichtung, die mir die Leistungsfähigkeit meiner Maschine angibt, und selbst die Kerze, mit der ich die Lichtstärke meiner Lampen heute verglichen habe. Es treten ähnliche Schwierigkeiten jedesmal auf, wenn es sich um die Beschreibung von Versuchen handelt, und darum ist nicht zu staunen, wenn der Physiker, der Physiologe und der Astronom, die hauptsächlich mit Versuchen beschäftigt sind, mit wohlbegründeter Sorgfalt bestrebt sind, mit ihren Schriften auch ihre Maßeinheiten ihren Nachfolgern zu überliefern.

Das erste Ergebnis dieser Bestrebung ist, daß man die Anzahl der Maßeinheiten, welche unbedingt aufbewahrt werden müssen, möglichst beschränkt.

Alles auf dieser Welt geschieht im Raume und in der Zeit und darum können sämtliche Faktoren, die sich in den Naturerscheinungen äußern, obwohl sehr verschiedener Art, auf Grund ihrer Beziehungen zur Zeit und zum Raume gemessen werden. Daher müssen wir *in ultima analysi* über die Wahl zweier Grundeinheiten verfügen.

Die Aufgabe ist kurz gefaßt die folgende: man hat die Längeneinheit und die Zeiteinheit so zu bestimmen, daß sie auch nach beliebig vielen Jahrtausenden unverändert benutzt werden können. Als einfachste und zweckmäßigste Einheiten erscheinen im Prinzip eine Dimension eines während der Zeit unveränderlichen Körpers und eine sich unverändert wiederholende Bewegung.

Die Gelehrten, die unser Metersystem begründeten, haben bereits vor mehr als einem Jahrhundert eine ähnliche Wahl getroffen. Das Meter, als eine durch die Dimensionen der Erde bestimmte Längeneinheit, die damit verknüpfte Volumeneinheit und die Masse des Wassers von der Volumeneinheit als Masseneinheit, zusammen mit der durch die Umdrehungszeit der Erde um seine Achse bestimmten Zeiteinheit, schienen ein Maßsystem zu liefern, das wir ein natürliches nennen können, das — selbst wenn alle unsere Maßstäbe verloren und alle unsere Uhren zugrunde gehen — heute ebenso wie nach Tausenden von Jahren unverändert wieder hergestellt werden kann. Die strenge Kritik hat aber gegen diese Wahl der Einheiten wohlbegründete Einwände erhoben.

Die Aufgabe, die Dimensionen der Erde auf unsere Maßstäbe zu übertragen, ist sehr schwierig und kann im Sinne der getroffenen Festsetzungen nur sehr unvollkommen gelöst werden; wer würde aber außerdem behaupten wollen, daß die Erde selbst bis in die Ewigkeit unverändert bleibt?

In der Tat verursachen die Kräfte, welche, durch die langsame Abkühlung der Erde entfesselt, die Erdkruste hier langsam heben oder senken, dort aber durch mächtige Eruptionen zertrümmern, schon während der Dauer eines menschlichen Lebens solche Umwälzungen, die selbst den Verlauf der Kurven auf unseren geographischen Karten verändern. Die Verheerungen des Krakatoa, des Santorin, des Mont-Pelée sind scharf in unser Gedächtnis eingeprägt. Außerdem ist das Wasser zu erwähnen, das in immer veränderter Form, als Dampf, Flüssigkeit und Eis, ganze Berge fortspült und neue aufbaut. Auf eine solche labile Basis kann gar nichts Bleibendes aufgebaut werden.

Es ist daher nicht zu bewundern, daß heute die Gelehrten der ganzen gebildeten Welt den Plan der Realisierung eines natürlichen Systems aufgaben und darin übereinkamen, daß die Basis unseres

Maßsystems nicht die veränderliche Erde sei, vielmehr ein Stab, auf welchem die Länge des Meters aufgetragen ist und ein Platinstück, dessen Masse Kilogramm genannt wird.

Zur Versicherung wird dieser Stab und das Stück Platin auf Grund internationaler Vereinbarung in Paris zwischen festen Wänden von einer eigens hierzu bestimmten wissenschaftlichen Garde bewahrt, verwaltet und vervielfältigt.

Aber wer kann etwas über das Schicksal der Menschheit und dieser Institution aussagen?

Der Haß der Menschen, der Nationen gegeneinander, diese zeitweise schlummernde, aber wiederholt mit ihrer ganzen Roheit hervorbrechende, verheerende Kraft gefährdet in weit höherem Maße diese wissenschaftliche Festung als der Krakatoa oder der Mont-Pelée. Wenn wir aus den bitteren Erfahrungen der Vergangenheit uns ein Urteil über die Zukunft bilden wollen, können wir es kaum hoffen, daß die Menschheit von nun an ohne Unterbrechung nach den gemeinsamen Idealen der Zivilisation fortschreiten wird.

Die Gefahr, welche die Genauigkeit unserer Zeitmessung bedroht, ist ganz anderer Art und vielleicht nicht so groß. Der Astronom richtet heute unsere Uhren nach einer gemeinsamen, großen Uhr, nach der Erde, die sich um ihre Achse dreht. Ob diese aber gut geht?

Wäre es nicht denkbar, daß Mond und Sonne, die, mit ihrer Anziehungskraft die Masse unserer Erde anfassend, auf derselben die Erscheinungen der Flut und Ebbe hervorrufen, in der Drehung der Erde verzögernde Störungen verursachen, von der Art, wie wir sie auf unseren Uhren bemerken, wenn die Schmiermittel in den Achsenlagern eintrocknen?

Daß diese Frage beantwortet werden kann, ist einer der glänzendsten Triumphe der Wissenschaft. Aus der Abweichung zwischen den nach heutigem Gange der Uhr berechneten und den geschichtlich aufgezeichneten, tatsächlich beobachteten Orten einstiger Sonnenfinsternissen konnte man mit großer Wahrscheinlichkeit darauf schließen, daß unsere Erde, als Uhr betrachtet, heute eine Verspätung von täglich $^1/_{30}$ Sekunden gegenüber ihrem Gange von 2500 Jahren vorher zeigt.

Die Veränderung ist keine große, aber sie reicht immerhin aus, um unser Vertrauen einzuschränken; besonders wenn wir überlegen, daß die verflossenen 25 Jahrhunderte in der Entwicklungsgeschichte unserer Erde eine ruhige Epoche sein konnten, der in Zukunft größere Umwälzungen folgen können, die schon bedeutendere Störungen hervorrufen.

Wir haben uns wieder getäuscht. Müssen wir jedoch die Hoffnung der Realisierung unserer Bestrebung völlig aufgeben? Nein, es ist noch ein Weg da; er scheint sehr gewagt zu sein, aber er führt zum Ziele.

Wir bedürfen etwas Konstantes, etwas mit der Zeit Unveränderliches! Wir finden es nicht in den Dimensionen einzelner Körper und ihrer Bewegungen, suchen sie also unter den Eigenschaften der Stoffe, aus denen die Körper bestehen. Es können Jahrtausende verlaufen, wobei das Antlitz der Erde vielleicht gänzlich verändert wird, und es werden Seewellen wogen dort, wo heute herrliche Städte blühen: aber die einzelnen Stoffe, aus denen diese in ihrer Form veränderte Erde zusammengesetzt ist, werden ihre Eigenschaften behalten. Wasser, Luft, Gold und die anderen Stoffe werden dieselben Wirkungen auf ihre Umgebung ausüben, sich ebenso gegen äußere Wirkungen verhalten, sich ebenso erwärmen und abkühlen, ebenso frieren und schmelzen, das Licht nach denselben Gesetzen durchlassen oder reflektieren als heute.

Wir legen daher unser ganzes Vertrauen in die Voraussetzung, daß die Eigenschaften der Materien bestimmter chemischer Zusammensetzung in der Zeit unverändert bleiben, sodaß wir dieselben heute in einer Form festlegen können, die auch für die Zukunft gültig bleibt.

Unsere Nachkommen werden sich vielleicht vereinbaren, um auf dieser Voraussetzung ein wirklich natürliches Maßsystem aufzubauen; wir benutzen diese Voraussetzung wenigstens dazu, daß wir mit ihrer Hilfe unser heutiges Maßsystem unsern Nachfolgern überliefern.

Die Beziehungen solcher charakteristischer Eigenschaften der verschiedenen Stoffe zur Zeit und Länge sind uns größten Teils schon bekannt.

So wissen wir, daß im Lichte eines glühenden Stoffes eine ganze Reihe von bestimmten Längen laut unserer Voraussetzungen für ewige Zeiten niedergelegt ist, und in den Bewegungen, die wir durch die Massenanziehung verschiedener Materien in unseren Laboratorien realisieren können, stehen uns ebensoviele nach dem gegebenen Modelle immer neu konstruierbare Uhren zur Verfügung. Es ist nun die Aufgabe des Fachmannes, und braucht daher von hier aus nicht besprochen zu werden, die Regel jener Verfahren zu bestimmen und genau auszudrücken, laut welchen diese, den Augen des Laien versteckte Längen gemessen und die Schläge dieser geheimnisvollen Uhren abgezählt werden müssen. Uns interessiert hier nur das Resultat, welches darin besteht, daß, wenn mir nunmehr einen Stoff nennen, dann können wir in seinem Lichte eine Länge und in seiner Anziehung eine Zeitdauer mit Wort und Zahl bezeichnen. Es haben daher all die Gelehrten, die (zwar durch andere Gesichtspunkte geleitet) die Wellenlänge der verschiedenen Metalle mit einer nahezu vollkommenen Genauigkeit gemessen haben, und die durch neue Verfahren die Genauigkeit unserer Kenntnisse über die Gravitationskonstante gesteigert haben, vielleicht unbewußt einen Beitrag geliefert zur Lösung der großen Aufgabe der Übertragung unserer Kenntnisse in die entfernte Zukunft.

Wenn aus den Schaffungen der Gegenwart nichts erhalten bliebe, als der niedergeschriebene Inbegriff unserer Wissenschaft, und damit die zwei Zahlen, welche die Wellenlänge des gelben Lichtes des in der Flamme glühenden Kochsalzes und die auf Wasser bezogene Gravitationskonstante angeben: so würde der Gelehrte der Zukunft in einem Körnchen Kochsalz und in einer Flasche Wasser unser ganzes Maßsystem wohl aufbewahrt auffinden. Er würde es in seiner ursprünglichen Form herstellen können: er könnte sich das Meter, das Liter, das Kilogramm verfertigen, er könnte seine Uhren nach unsern Sekunden gehen lassen, er könnte die Leistungsfähigkeit seiner Maschinen nach unseren Pferdekräften messen, all dies mit derselben Genauigkeit, mit der wir die zwei Grundzahlen bestimmt und aufgezeichnet haben.

Dieses Resultat bedeutet mehr als eine Befriedigung der Neugierde des Physikers: es bedeutet den Triumph der Buchstaben und die Erhaltung aller unserer Kenntnisse durch diese.

Dies ist ein allgemeines Interesse, das niemandem gleichgültig sein kann, der irgend einen Zweig der Wissenschaft betreibt, und auch dem nicht, der (wenn auch nur als Zuschauer) die Fortschritte der Wissenschaft beobachtet.

Die Pflege ähnlicher Interessen und die Lösung der damit verbundenen Aufgaben ist eine der wichtigsten Pflichten der Akademien, auch der unserigen. Dies entschuldige, falls ich einer Entschuldigung bedarf, meine vielleicht etwas abstrakten Auseinandersetzungen über eine solche Frage.

2.

Die Vermögensverhältnisse der Akademie sind aus folgenden Daten ersichtlich:

	Kronen	Heller
Die Akademie besaß am 31. Dezember 1902 ein reines Gesamtvermögen von	5 658 141	89
Davon entfallen auf das Gebäude, die Bibliothek, den Büchervorrat usw.	2 000 000	—
Das Budget der Akademie belief sich im Jahre 1902 auf	677 552	71
Die Ausgaben der III. Klasse beliefen sich im Jahre 1902 auf	18 664	50

3.

Die Anzahl der Mitglieder der Ungarischen Akademie der Wissenschaften am Ende des Jahres 1902 ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

	I. (sprachwissenschaftl. u. ästhetische) Klasse	II. (philosophische und historische) Klasse	III. (mathematische u. naturwissenschaftl.) Klasse	Zusammen
Ehrenmitglieder	6	8	8	22
Ordentl. Mitgl.	11	22	21	54
Korresp. Mitgl.	32	55	55	142
Auswärt. Mitgl.	33	20	26	79
Zusammen	82	105	110	297

Die Vermögensangelegenheiten verwaltete der Direktionsrat der Akademie, der aus dem Präsidenten und Vizepräsidenten, dem Generalsekretär und 23 Mitgliedern bestand.

Nach den Statuten beträgt der Status der Akademie: Ehrenmitglieder 24, ordentliche Mitglieder 60, korrespondierende Mitglieder 156.

Im Mai 1903 wurden in der III. Klasse die folgenden neuen Mitglieder gewählt:

Zum ordentlichen Mitglied:

Michael Lenhossék, Anatom, bisher k. M.

Zum korrespondierenden Mitglied:

Stefan Rátz, Zootherap.

Zu auswärtigen Mitgliedern:

Max Noether in Erlangen, Mathematiker,

Giuseppe Veronese in Padua, Mathematiker.

4.

Bibliothek. Die Anzahl der geordneten Fächer beträgt 53. Diese enthalten 66 112 Werke. Darunter:

Anthropologie	363
Mathematik und Astronomie . . .	1206
Naturwissenschaft	192
Physik	998
Chemie	457
Naturgeschichte	137
Zoologie	505
Botanik	455
Mineralogie und Geologie	516
Medizinische Wissenschaften	2555
Ausgaben von Akademien und wissenschaftlichen Gesellschaften	608
Ausgaben der Ungar. Akademie d. W.	380

Ausländische Zeitschriften	202
Inländische Zeitschriften	386
Bolyaiana	32

Der Fachkatalog besteht aus 108 Bänden und 58 Zettelkasten. Angekauft wurden 635 Werke. Als Pflichtexemplare wurden erhalten von 341 Druckereien 8640 Werke. Private und Behörden schenkten 228 Werke.

Im Lesesaal der Bibliothek benutzten 6611 Personen 8310 Werke. Ausgeliehen waren 1053 Werke.

5.

Die III. Klasse hat die folgenden Arbeiten mit Preisen gekrönt:

I. Karl v. Than: *A kisérleti chemia elemei* (Die Elemente der Experimentalchemie) I. Bd, 1897. (Großer Preis für das bedeutendste naturwissenschaftliche Werk aus den Jahren 1896—1902).

II. Ludwig v. Lóczy: *Fossilis emlös és puhatestü állatmaradványok leirása* (Beschreibung fossiler Reste von Säugetieren und Mollusken) 1897. (Marczibányi-Nebenpreis des großen Preises.)

III. Dr. Wilhelm Manninger: *Die Geschichte der antiseptischen und aseptischen Heilmethoden.* (Vigyázó-Preis.)

II. Kgl. Ungarische Naturwissenschaftliche Gesellschaft.

1.

Die Gesellschaft hielt ihre Generalversammlung am 29. Januar 1903 ab. Nach der Eröffnungsrede des Präsidenten Prof. Vinzenz Wartha folgte der Jahresbericht des Sekretärs Prof. Josef Paszlavszky, aus dem wir die folgenden Daten entnehmen:

Im verflossenen Jahre sind in die Gesellschaft 700 neue Mitglieder eingetreten. Die Gesellschaft hat jetzt 8598 Mitglieder.

Die Gesellschaft gibt die folgenden ungarischen Zeitschriften heraus:

Természettudományi Közlöny (Naturwissenschaftliche Mitteilungen) und hierzu *Pótfüzetek a Természettudományi Közlönyhöz* (Ergänzungshefte der Naturwissenschaftlichen Mitteilungen);
Állattani Közlemények (Zoologische Mitteilungen);
Növénytani Közlemények (Botanische Mitteilungen);
Magyar Chemiai Folyóirat (Ungarische Chemische Zeitschrift).

Ferner hat die Gesellschaft eine Verlagsunternehmung für Pränumeranten, die je einen Zyklus von drei Jahren abonnieren. Aus dem XI. Zyklus (1902—1904) erschienen in dieser Unternehmung im Jahre 1902:

O. Herman: *A magyar nép arcza és jelleme* (Gesicht und Charakter des ungarischen Volkes);

Hoffmann-Wagner: *Magyarország virágos növényei* (Ungarns Phanerogamen, mit ungarischem Texte und ergänzenden Tafeln versehene Ausgabe des Hoffmannschen Pflanzenatlasses).

2.

Aus dem Berichte des Kassierers entnehmen wir die folgenden Daten:

	Kronen	Heller
Die Gesellschaft besaß am 31. Dezember 1902 ein reines Gesamtvermögen von	400 377	12
Davon entfallen auf das Gebäude	220 000	—
auf die Bibliothek	100 000	—
auf den Büchervorrat . .	40 000	—
Das Budget der Gesellschaft belief sich im Jahre 1902 auf	356 408	6

3.

Aus dem Berichte des Bibliothekars erfahren wir, daß die Bibliothek der Gesellschaft um 717 Bände und 7 Atlanten gewachsen ist, sodaß sie mit Ende 1902 insgesamt 24 872 Bände umfaßte. Den Mitgliedern standen im Lesezimmer 139 Zeitschriften zur Verfügung. Auf neue Bücher und Einbände wurden 5554 Kronen verwendet. Der Bibliothek wurden im Jahre 1902 von 3278 Mitgliedern 3979 Bände entliehen.

BÜCHERSCHAU.

Az algebrai mennyiségek általános elméletének alapvonalai. (Einleitung in die allgemeine Theorie der algebraischen Größen.) Von Julius König, Budapest 1903. [Auch deutsch erschienen: Leipzig 1903, B. G. Teubner.]

Die allgemeine Theorie der algebraischen Größen hat Leopold Kronecker in der berühmten *„Festschrift"* vom Jahre 1883 nicht nur als grundlegende mathematische Disziplin neu geschaffen, sondern auch ihrem gesamten Inhalte, ihren Zielen und Problemen nach genau umschrieben. Gleichwohl reicht die Geschichte ihrer Entwicklung weit zurück. Als verschleiertes Bild in Gauss' unvergänglichen Arbeiten enthalten, hat diese Theorie in den arithmetischen Untersuchungen von Lejeune-Dirichlet, Kummer und Dedekind, den algebraischen Forschungen von Abel, Galois und Jordan, den funktionentheoretischen Schöpfungen von Puiseux, Riemann und Weierstrass, sowie endlich in den algebraisch-geometrischen Sätzen von Cayley, Clebsch, Gordan und Noether ihre entscheidenden Gesichtspunkte gewonnen. Auch die seit dem Erscheinen der Festschrift verflossenen weiteren zwei Jahrzehnte haben bedeutsame Resultate geliefert, aus denen — abgesehen von den Kroneckerschen Abhandlungen — insbesondere die geradezu grundlegenden Sätze über Divisorensysteme von Hilbert und die wertvollen Arbeiten von Hensel hervorzuheben sind.

Bedenkt man weiter, daß auch die neuen Bahnen, welche die Gruppen- und Funktionentheorie unter der Führung von Klein und Lie einerseits, Fuchs und Poincaré andrerseits eingeschlagen hat, mit der Theorie der algebraischen Größen vielfache Berührungs- und Kreuzungspunkte aufweist, so ergibt sich für unsere Disziplin eine zentrale Stellung, die an Bedeutung auf dem Gebiete der reinen Mathematik vielleicht nur von den Methoden der Infinitesimalrechnung übertroffen wird.

Eine systematische Darstellung der Theorie — oder genauer ausgedrückt ihrer Fundamentalsätze —, die sich in allerdings unvollkommener Analogie zu den gangbaren arithmetisch-algebraischen Hand-

büchern so verhält, wie eine Darstellung der Funktionentheorie zu den Lehrbüchern der Differential- und Integralrechnung, wird wohl ohne weiteres als dankbare Aufgabe anerkannt werden. Wie schwierig eine befriedigende Lösung dieser Aufgabe sich gestaltet, hat der Verfasser des vorliegenden Versuchs an seiner Arbeit selbst erfahren. War ja doch neben manchen methodischen Fragen früher eine Reihe von Fundamentalproblemen zu erledigen, deren Lösung entweder gar nicht oder nur für spezielle Fälle bekannt war.

Gerade diese neuen Untersuchungen, die wohl mehr als die Hälfte des gesamten Inhaltes ausmachen, drängten aber zu der hier gewählten systematischen Darstellung. Seit langer Zeit mit dem Gegenstande beschäftigt, mußte ich bald einsehen, daß einzelne Abhandlungen bei dem vielfachen Ineinandergreifen jener Fundamentalprobleme wieder sehr schwer lesbar und auf einen kleinsten Kreis beschränkt blieben, also ihren Hauptzweck verfehlen müßten. Denn als solchen betrachte ich es, den Geist der Kroneckerschen Methode — wenn der Ausdruck für dieses schwierige mathematische Gebiet gestattet ist — zu popularisieren.

So entstand dieses Buch, das eigentlich nur die ersten Elemente der Algebra und Zahlentheorie — einige Sätze aus der Lehre von den Determinanten inbegriffen — voraussetzt, und das eben darum auch ein Studierender mit Nutzen lesen kann; während andrerseits der Fachmann die Darstellung alter und neuer Resultate hier in bequemerer Form erhält, als dies in einzelnen Journalabhandlungen hätte geschehen können.

Die ganze Darstellung geht von der Definition „holoider“ und „orthoider“ Bereiche aus, die den Bereichen der ganzen rationalen, resp. der rationalen Zahlen nachgebildet sind, also, wie es scheint, durch gangbare technische Ausdrücke wie Integritätsbereich und Rationalitätsbereich (Körper) ersetzt werden können. Daß dies nicht der Fall ist, wird der aufmerksame Leser bald erkennen; denn jene Definitionen vermeiden die Starrheit der letzteren Begriffe und gestatten infolgedessen eine viel einfachere Grundlegung der Theorie, heben den unangenehmen Gegensatz zwischen Arithmetik und Geometrie und ergeben den für die Ökonomie der Darstellung wichtigen Umstand, daß das „Orthoide“ (Rationale) als spezieller Fall des „Holoiden“ (Ganzen) zu betrachten ist. Diesen Begriffsbestimmungen entsprechend scheidet sich auch die Theorie in einen „algebraischen“ und „arithmetischen“ Teil.

Vom methodischen Standpunkte aus möchte ich noch hervorheben, daß der Kroneckersche Fundamentalsatz auf Grund eines völlig elementaren Beweises zum Ausgangspunkt der ganzen Theorie gewählt werden konnte.

Diesem Satze reiht sich sodann — als wichtigste Grundlage der hier erlangten neuen Resultate — die Aufstellung der von mir so-

genannten Resolventenform an, die als für ein beliebiges Formensystem geltende arithmetische Erweiterung des Resultantenbegriffs aufzufassen ist und insbesondere immer als homogene lineare Form der gegebenen Formen dargestellt werden kann. Dabei wird nach dem Beispiele KRONECKERS bei Benutzung des Ausdrucks „Form" von der Forderung der Homogeneität abgesehen.

Die Einführung der Resolventenform einerseits, der KRONECKERsche Grundgedanke der Assoziation neuer Unbestimmter andrerseits führen zu einer — im vollen Sinne des Wortes — allgemeinen Theorie der Elimination, in der die Multiplizität der durch irgend ein Gleichungssystem definierten Mannigfaltigkeiten nicht mehr, wie dies in der „Festschrift" der Fall ist, vernachlässigt wird. So entsteht ein mächtiges Werkzeug der Forschung, das uns zunächst eine rein algebraische Theorie der Funktionaldeterminanten liefert. In einem längeren Exkurse wird dann auch eine definitive Darstellung der sog. speziellen Eliminationstheorie, d. h. die allgemeine Theorie der Resultanten und Diskriminanten — letztere zum ersten Male — gegeben.

Die im engeren Sinne des Wortes arithmetischen Teile der Theorie erhalten durch die Behandlung der linearen diophantischen Probleme eine feste Grundlage. Als solches wird die allgemeine Lösung eines Gleichungssystems hingestellt, dessen einzelne Gleichungen die Gestalt $\Sigma F_i X_i = F$ haben. Dabei sind die F als gegebene, die X als unbekannte Formen angesehen, die der weiteren Bedingung unterworfen sind, daß ihre Koeffizienten einem bestimmten, vorweg gegebenen holoiden Bereiche angehören. Dieses Problem wird in den für die Theorie der algebraischen Größen ausreichenden Fällen durch eine endliche, wohldefinierte Reihe elementarer Operationen vollständig gelöst. Es sind dies die Fälle, wo die Formenkoeffizienten entweder einem orthoiden Bereiche (also z. B. irgend einem Rationalitätsbereiche) oder aber dem Bereiche der ganzen rationalen Zahlen angehören.

Der erste Fall ergibt unter anderm eine allgemeine Behandlung des NOETHERschen Satzes im Raume von n Dimensionen.

Mit diesen Resultaten ist nicht nur die wichtige, bisher kaum gestreifte Frage nach der Äquivalenz zweier Divisorensysteme vollständig gelöst, sondern es ist auch die allgemeinere Frage des „Enthaltenseins" eines Divisorensystems in einem andern erledigt.

In der Theorie der ganzen algebraischen Größen werden die beiden Fälle der im strengen Sinne der allgemeinen Arithmetik („absolut") ganzen Größen und der in bezug auf einen orthoiden Bereich („relativ") ganzen Größen zugleich und nach denselben Methoden behandelt. Im zweiten Falle sind unter anderen die im Sinne der Funktionentheorie oder Geometrie ganzen Größen enthalten. Es ist ein Kardinalpunkt der Darstellung, daß die idealen Größen von Beginn ab als nicht nur der Multiplikation, sondern auch der Addition

fähige Größen eingeführt werden. Auf dieser Grundlage baut sich eine wesentlich neue und einfache Methode zur wirklichen Bestimmung des Fundamentalsystems in allen Fällen auf, die in erster Reihe auf der Theorie des „Äquivalenzmoduls“ beruht. Die Zerlegung einer ganzen Größe in Primideale wird endlich definitiv und ohne Ausnahmefall geleistet, wobei die diesbezüglichen KRONECKERschen Resultate in einem wesentlichen Punkte richtig zu stellen sind, da diese infolge eines merkwürdigen, allerdings tiefer liegenden Versehens nur in den einfachsten Fällen richtig sind.

Julius König.

REPERTORIUM DER UNGARISCHEN MATHEMATISCHEN UND NATURWISSENSCHAFTLICHEN ZEITSCHRIFTEN UND JAHRBÜCHER.

Im *„Mathematikai és természettudományi értesitö“* (Mathematischer und naturwissenschaftlicher Anzeiger) Bd. XXI, Jahrg. 1903 sind die in der Ungar. Akademie der Wissenschaften von November 1902 bis November 1903 vorgelegten Abhandlungen erschienen.

In den *„Mathematikai és physikai lapok“* (Mathematische und physikalische Blätter, Zeitschrift der Math. und Phys. Gesellschaft in Budapest) Bd. XII, Jahrg. 1903 sind die folgenden Originalaufsätze erschienen (nur ungarisch):

Bauer, Michael: Zur Theorie der identischen Kongruenzen. p. 159—161.

— Zur Theorie der geometrischen Konstruktionen. p. 251—255.

Beke, Emanuel: Die Bolyaische Trigonometrie. p. 30—49.

— Eine Funktionsrelation. p. 218—219.

Fröhlich, Isidor: Experimentelle Demonstration der Gesetze der Interferenz polarisierten Lichtes. (II. und letzte Mitteilung.) p. 89—118.

Gruber, Ferdinand: Elektrische Wellen in Gas- und Wasserleitungsröhren. p. 383—385.

Harkányi, Br. Béla v.: Über die Bestimmung der Temperatur der Himmelskörper. p. 256—274.

Károly, Irenäus: Erzeugung elektrischer Wellen durch die Änderung des Widerstandes des galvanischen Stromkreises. p. 119—127.

Klug, Leopold: Über hyperbolische Geraden. p. 153—158.

Kürschák, Josef: Über den Parallelwinkel. p. 50—52.

Lakits, Franz: Über die Orientierung alter Tempel. p. 220—227.

Réthy, Maurus: Johann Bolyais „neue, andere Welt“. p. 1—29, 303—320.

Schlesinger, Ludwig: Johann Bolyais Geburtshaus. p. 53—56.
— Johann Bolyai. (Festrede, gehalten bei der von der Königl. Ungar. Franz-Josefs-Universität in Kolozsvár veranstalteten Bolyai-Feier am 15. Januar 1903.) p. 57—88.
Szabó, Peter: Über einen fundamentalen Satz der absoluten Geometrie. p. 321—326.
Tass, Anton: Der Zöllnersche Photometer. p. 188—197.
Terkán, Ludwig: Die Theorie des Kolorimeter. p. 228—237.
Visnya, Aladás: Über ein Kriterium der Intransität von endlichen Gruppen linearer Substitutionen. p. 203—217.
— Über die Gesamtheit der Hermiteschen Invarianten einer endlichen Gruppe linearer Substitutionen. p. 353—371.
Wittmann, Franz: Untersuchungen und objektive Darstellung der Ladungs- und Entladungsströme von Kondensatoren. p. 327—343.
Zemplén, Győző: Anwendung der mechanischen Prinzipien auf Bewegung mit Reibung. p. 128—135, 162—187, 275—281.
— Über das Prinzip des größten Energieumsatzes. p. 372—382.

Im XXXV. Bande (1903) der populären Zeitschrift *„Természettudományi Közlöny“* (Naturwissenschaftliche Mitteilungen) erschienen die folgenden Originalaufsätze:

Im Januarhefte:

Klein, Julius: Die Sinnesorgane der Pflanzen. p. 1—31.
Herman, Otto: Die richtigen Ungarn. (Probe aus dem Werke „Gesicht und Charakter des ungarischen Volkes“.) p. 37—42.

Im Februarhefte:

Herman, Otto: Hand und Zahl in den Urbeschäftigungen. p. 97—115.
Feldmann, Felix: Die geistigen Getränke und der Kampf gegen die Trunkenheit. p. 116—140.
Horusitzky, Heinrich: Die Geschichte der Agrogeologie. p. 141—148.

Im Märzhefte:

Lengyel, Béla: Über einige wichtigere Grundbegriffe und Gesetze der Chemie. p. 201—219.

Im Aprilhefte:

Lengyel, Béla: Über einige wichtigere Grundbegriffe und Gesetze der Chemie. (Schluß.) p. 257—276.
Heller, August: Die Erfindung der elektrischen Induktion. (Probe aus dem II. Bande der „Geschichte der Physik im XIX. Jahrhundert“.) p. 277—288.

Im Maihefte:

PASZLAVSKY, JOSEF: Nekrolog über STEFAN LENGYEL. p. 314—320.
KÖVESSI, FRANZ: Das Erfrieren des Weinstockes. p. 321—338.

Im Junihefte:

EÖTVÖS, LORAND Baron v.: Konstante Maßeinheiten. (Eröffnungsrede, gehalten in der feierlichen Jahresversammlung der Ungar. Akademie der Wissenschaften.) p. 369—374.
HERMAN, OTTO: Die Tonnara. p. 375—392.
KOCH, ANTON: Neuere Ansichten über den Vulkanismus der Erde. p. 393—398.
PAZÁR, STEFAN: Über das natürliche Leuchtgas. p. 398—401.

Im Julihefte:

MÉHELY, LUDWIG: Die Brutpflege der Froschlurche. p. 425—457.

Im Augusthefte:

HÖGYES, ANDREAS: Denkrede über JOSEF FODOR. p. 482—498.
SZIGETI-GYULA, ANDREAS: Über Coniothyrium Diplopiella, White rot des Weinstockes. p. 499—509.
KOSUTÁNY, THOMAS: Die neueren Brotbereitungsverfahren. p. 509—514.

Im Septemberhefte:

PAZÁR, STEFAN: Städtische Wasserleitungen und Kanalisierung. p. 537—557.
RÓNA, SIGISMUND: Über die Verkehrheit der vertikalen Verteilung der Temperatur. p. 558—563.
JABLONOWSKI, JOSEF: Von Käfern angenagter Kaffee. p. 564—567.
PALATIN, GREGOR: Beobachtungen mit einem modifizierten Gewittersignalapparat und einem neuen Registrierapparat. p. 567—572.

Im Oktoberhefte:

CZAKÓ, ADOLF: Über Hängebrücken und über die Königin Elisabeth-Brücke in Budapest. p. 593—616.
AUSTERWEIL, GÉZA: Die Elektrochemie im Auslande. p. 617—624.

Im Novemberhefte:

RÁTH, ARNOLD: Über die drahtlose Telegraphie. p. 649—662.
JABLONOWSKI, JOSEF: Das Herumschweifen des Distelfalters. p. 663—670.
AUJESZKY, ALADÁR: Die Milch, die Butter und die Tuberkelbazillen. p. 671—678.

Im Dezemberhefte:

BIRÓ, LUDWIG: Humanismus bei den Menschenfressern. p. 705—720.
SZEKERES, KOLOMAN: Die neueren Beleuchtungsapparate. p. 721—734.

ALMÁSSY, GEORG: Tierleben in Mittelasien. (Probe aus dem Werke: Meine Reise in Mittelasien.) p. 735—752.

In den Nummern LXIX—LXXII, Jahrg. 1903 der *„Pótfüzetek a Természettudományi Közlönyhöz"* (Ergänzungshefte der Naturw. Mitteilungen) erschienen die folgenden Aufsätze:

Im Hefte Nr. LXIX (Februar):

GORKA, ALEXANDER: Das Problem der Befruchtung. p. 1—18.
MARIKOVSZKY, GEORG v.: Einige neuere Daten zur Physiologie des Labyrinthes. p. 19—23.
LAKITS, FRANZ: Das Nadir der Temperatur. p. 23—27.

Im Hefte Nr. LXX (Mai):

FRANCÉ, RAOUL: Die Entwicklung der Theorie der Entstehung der Arten. p. 49—66.
SZILÁGYI, JULIUS: Daten über die Zusammensetzung der ungarischen Weine und ihre Asche. p. 66—78.
HÉRICS-TÓTH, EUGEN: Über die Bedeutung der Glykase und Lypase. p. 79—85.

Im Hefte Nr. LXXI (August):

HALÁSZ, ALADÁR: Über RUDOLF VIRCHOW. p. 98—107.
BUCHBÖCK, GUSTAV: Die Ionen-Theorie. p. 107—142.

Im Hefte Nr. LXXII (November):

HÉRICS-TÓTH, EUGEN: Das Leben und ähnliche Erscheinungen. p. 145—166.
MARIKOVSZKY, GEORG: Das Ohr und die Muskeln. p. 166—171.
HEGYFOKI, JAKOB: Die westliche und östliche Luftströmung in Ungarn. p. 172—176.
SOÓS, ERNST: Über die elektrische Konvektion. p. 176—182.

Im II. Bande (1903) der *„Állattani Közlemények"* (Zoologische Mitteilungen der Zoologischen Sektion der Kgl. Ungar. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft) erschienen:

A) *Abhandlungen.*

MÉHELY, LUDWIG: Prinzip und Bedeutung der Mimicry. p. 1—24.
KOHAUT, RUDOLF: Die Puliciden Ungarns. p. 25—46, 53—68.
SZAKÁLL, JULIUS: Das Gehörorgan der ungarischen Blindmaus. p. 69—83.
RÁTZ, STEFAN v.: Neue und wenig bekannte ungarische Trematoden. p. 83—88.

Méhely, Ludwig v.: Beiträge zur Fauna der Sandsteppe von Deliblát und des Lokva-Gebirges. p. 93—105.
Csiki, Ernest: Die Histeriden Ungarns. p. 115—128, 220—232.
Abonyi, Alexander: Morphologische und physiologische Beschreibung des Darmkanals der Honigbiene (Apis mellifica L.). p. 137—168.
Vutskits, Georg: Naturgeschichte des Leucaspius delineatus Heck. p. 169—188.
Horváth, Géza v.: Die Insektenfauna der Kochsalz- und Soda- haltigen Gebiete Ungarns. p. 206—211.
Méhely, Ludwig v.: Lacerta mosoriensis Kolomb., eine neue Eidechse im Königreich Ungarn, in ihrem phylogenetischen Zusammenhang. p. 212—220.

B) *Kleinere Mitteilungen.*

Dudinszky, Emil: Über die heteromorphen Schalen der Malermuschel (Unio pictorum L.). p. 233.
Méhely, Ludwig v.: Begattung der Molche. p. 193.

Der II. Band (1903) der *„Növénytani Közlemények"* (Botanische Mitteilungen) enthält außer den Bücherbesprechungen und den Angelegenheiten der botanischen Sektion der Kgl. Ungar. Naturw. Gesellschaft die folgenden Originalarbeiten und kleineren Mitteilungen:

Staub, Moritz: Ein neuer Beweis für das ursprüngliche Vorkommen der Nymphaea Lotus L. in Ungarn. p. 1—8.
Hollós, Ladislaus: Die Standorte von Tuber aestivum und Choiromyces meandriformis in Ungarn. p. 8—15.
Simonkai, Ludwig: Die Arten, Unterarten und Varietäten der Gattung Nonnea. p. 15—24.
Péterfi, Martin: Über die ungarischen Weisia-Arten. p. 24—25.
Papp, Desider: Beiträge zur Kenntnis der Anatomie des Iris-Blattes. p. 41—72.
Hollós, Ludwig: Geasteropsis nov. gen. p. 72—73.
— Zwei neue Lycoperdon-Arten. p. 75—76.
Schilberszky, Karl: Neue teratologische Fälle. p. 76—89.
Thaisz, Ludwig: Beiträge zur Kenntnis der Flora des Csongrader Komitates. p. 89—91.
Bartal, Kornelius: Beiträge zur Kenntnis der Vegetation des Babagebirgsstockes in den Karpaten. p. 97—129, 145—161.
Tuzson, Johann: Über den spiralen Bau der Zellwände in den Markstrahlen. p. 129—134.
Gombocz, Andreas: Die erste ungarische Pflanzenenumeration von Deccard. p. 162—168.

Simonkai, Ludwig: Neuere Beiträge zur Kenntnis der Flora von Budapest. p. 169—173.
Péterfi, Martin: Bryologische Mitteilungen. p. 173—176.

Im IX. Bande (Jahrg. 1903) der von der Chemisch-Mineralogischen Sektion der Kgl. Ungar. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft herausgegebenen Fachzeitschrift *„Magyar chemiai folyóirat"* (Ungarische Chemische Zeitschrift) erschienen die folgenden Originalabhandlungen:

Winkler, Ludwig: Bestimmung des Reduktionsvermögens und des Eisengehaltes natürlicher Wässer. p. 2—7.
Meszlényi, Emil: Eine neue Gasreinigungsflasche mit zwei Flüssigkeiten. p. 7.
Reisz, Friedrich: Übersicht der Sulfinfarbstoffe und Erzeugung neuer Sulfinfarbstoffe. p. 8—11, 23—25, 44—46, 57—59, 73—77, 91—93, 101—103, 118—121, 137—141, 156—159, 171—175, 188—192.
Faragó, Andreas: Über die Geschwindigkeit der Zersetzung des Wasserstoffhyperoxids. p. 17—22, 33—34, 49—52, 65—68, 81—85.
Melczer, Gustav: Über Symmetrie und Achsenverhältnisse beim Hämatit. p. 35—42, 53—56, 69—72, 86—91.
Vuk, Michael: Die Oxydation des Methyl- und Aethyl-Analins. p. 97—101.
Horváth, Béla: Die Wirkung von Dioxybensoesäure und α-Naphtol auf *p*-Amidobenzylalkohol. p. 104—105.
Doby, Géza: Das Aethylat des Calcium. p. 115—118, 133—137.
Winkler, Ludwig: Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der natürlichen Wässer. p. 129—132.
Bugarszky, Stefan: Über die Einwirkung von Brom auf Acetaldehyd in wässeriger Lösung. p. 145—149, 161—165.
Sigmond, Alex: Die Düngewirkung der verschiedenen Stickstofformen. p. 150—156, 166—170, 182—188.
Nuricsán, Josef: Mineralwasseranalysen. I. Das Mineralwasser von Polhora. II. Die Mineralwässer von Trencsén-Teplicz. p. 177—179.

Der *Jahresbericht* für 1901 (erschienen 1903) der Königl. Ungar. Geologischen Anstalt enthält die folgenden Originalaufsätze (sämtlich auch in deutscher Sprache):

Böckh, Johann: Direktionsbericht. p. 3—37.
Gesell, Alexander: Die geologischen und Gangverhältnisse des Bergreviers von Dobsina. p. 104—119.

Gesel, Alexander: Geologisch-montanische Notizen von der internationalen Ausstellung zu Paris 1900. p. 164—168.
Halaváts, Julius v.: Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Szászváros. p. 90—95.
Horusitzky, Heinrich: Die agrogeologischen Verhältnisse von Komját und Tótmegyer. p. 129—136.
Kalecsinszky, Alexander v.: Mitteilungen aus dem chemischen Laboratorium der ungarischen-geologischen Anstalt. p. 154—163.
Liffa, Aurel: Bericht über seine agrogeologische Aufnahme im Jahre 1901. p. 146—153.
Pálfy, Moritz v.: Geologische Notizen aus dem Tale des Aranyosflusses. p. 52—70.
Papp, Karl: Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Petris. p. 71—89.
Posewitz, Theodor: Über das Nagyág-Tal in der Umgebung von Berezna und Vucskmezö. p. 38—44.
Roth v. Telegd, Ludwig: Über den östlichen Rand des siebenbürgischen Erzgebirges in der Umgebung von Havasgyógy, Felgyógy und Nagy-Enyed. p. 45—51.
Schafarzik, Franz: Geologische Verhältnisse der Umgebung von Furdia und Német-Gladna, ferner des westlichen Teiles der Umgebung von Nadrág. p. 96—103.
Timkó, Emerich: Über die agrogeologischen Verhältnisse der Umgebung der Gemeinden Szimö, Kamocsa, Guta und Szent-Péter (Komitat Komárom). p. 137—145.
Treitz, Peter: Bericht über seine im Sommer 1901 ausgeführte agronomische Aufnahme. p. 120—128.

Im *„Földtani Közlöny“* (Zeitschrift der ungar. Geologischen Gesellschaft) Jahrg. XXXIII, 1903, erschienene Originalaufsätze (alle in ungarischer und deutscher Sprache):

Horusitzky, Heinrich: Über den diluvialen Sumpflöß. p. 267—274.
Hulyák, Valér: Mineralogische Mitteilungen. Mit einer Tafel. p. 175. (Phillipsit von Szigliget, Calcit von Szobb, Theorit vom Szt. Gellérthegy in Budapest, Anorthit vom Aranyberge bei Piski (Hunyad), Diaphorit von Felsöbánya.) p. 175—180.
Koch, Anton: Tarnócz im Komitat Nógrád, als neuer reicher Fundort fossiler Haifischzähne. Mit zwei Tafeln. p. 139—164.
— Skizze des geologischen Baues des Fruskagoragebirges. p. 397—402.
Kormos, Theodor: Palaeontologische Mitteilungen. Mit einer Tafel. (Beiträge zur Kenntnis der thermalen Melanopsisarten von Püspökfördö bei Nagy-Várad.) p. 496—508.

Lörenthey, Emerich: Ein klassischer Fundort der die sarmatischen und pannonischen Schichten überbrückenden Schichten in Ungarn. p. 181—184.
— Zwei neue Schildkrötenarten aus dem Eozän von Kolosvár. Mit zwei Tafeln. p. 250—266.
— Einige Bemerkungen über Orygoceras Fuchsii Kittl sp. p. 518—520.
— Pteropodenmergel in den alttertiären Bildungen von Budapest. p. 520—524.
— Massenhaftes Vorkommen von Pyrgulifera im Eozän von Lábatlan. p. 524—525.
Pálfy, Moritz: Zwei neue Inoceramusriesen aus den oberen Kreideschichten der siebenbürgischen Landesteile. Mit zwei Tafeln. p. 489—495.
— Vorläufiger Bericht über die Altersverhältnisse der Endesite im siebenbürgischen Erzgebirge. p. 509—517.
Pethő, Julius: Über das Vorkommen von Hipperites (Pironaea) polystylus in den Hypersenonschichten zu Čerevič im Petervárader-gebirge. Aus dem Nachlaß des Verf. mitgeteilt von M. v. Pálfy. p. 134—138.
Schafarzik, Franz: Gedenkrede über das Ausschußmitglied Dr. Julius Pethő, mit Bildnis. p. 120—133.
— Über das geologische Profil des dritten Hauptsammelkanals in Budapest. Mit einer Tafel. p. 165—174.
— Kurze Skizze der geologischen Verhältnisse und Geschichte des Gebirges am Eisernen Tore an der unteren Donau. Mit zwei Tafeln. p. 402—444.
Treitz, Peter: Agrogeologische Beschreibung des Gebietes zwischen der Donau und der Tisza. Mit einer Tafel. p. 367—389.
— Bodenkundliche Beschreibung der Umgebung des Palics-Sees. Mit einer Tafel. p. 390—396.
— Areopiknometer zur Gewichtsbestimmung des Bodens in trübem Wasser. p. 184—185.

In den *Annales historico-naturales Musei Nationalis Hungarici* (Neue Serie der bisher unter dem Titel „*Természetrajzi füzetek*“ erschienenen Zeitschrift) Bd. I, Jahrg. 1903 erschienen die folgenden Aufsätze (sämtlich auch in lateinischer, französischer oder deutscher Sprache):

Bernátsky, Eugen: Zur Kenntnis der Vegetationsorgane der Gattung Ruscus. p. 484—502.
— Beobachtungen an Majanthemum bifolium. p. 561—565.

Bolivar, Ignatz: Contributions à l' étude des Mecopodinae. p. 161—178.
Brauns, H.: Ein neues Chrysiden-Genus aus der Parnopesgruppe. p. 460—461.
Csiki, Ernest: Clausiliae tres novae ex Hungaria. p. 107—108.
— Coleoptera nova ex Hungaria. p. 441—446.
Enderlein, Gunther: Die Copeognathen des indo-australischen Faunengebietes. p. 179—344.
Förster, F.: Odonaten aus Neu-Guinea. p. 506—554.
Friese, H.: Nachtrag zur Monographie der Bienengattung Euglossa. p. 574—575.
Horváth, Géza: Fauna Hemipterorum Serbiae. p. 3—28.
— Conspectus specierum generis Graphosoma. p. 345—354.
— Pentatomidae novae extraeuropeae. p. 400—409.
— Synopsis generis Doratura Sahlb. p. 451—459.
— Homoptera quinque nova ex Hungaria. p. 472—476.
— Adnotationes synonymicae ex Hemipteris palaearcticis. p. 555—555.
Kertész, K.: Eine neue Familie der acalyptraten Musciden. p. 355—358.
— Einige neue südamerikanische Ceriaarten. p. 433—440.
— Die Pipunculusarten Südasiens und Neu-Guineas. p. 465—471.
— Beiträge zur Kenntnis der Heteroneuriden. p. 566—573.
Lichtwardt, B.: Die Dipterengattung Antiphrisson Löw. p. 102—106.
Madarász, Julius v.: Description of some new birds from Venezuela p. 462—464.
— Drei neue palaearktische Vogelarten. p. 559—560.
Mocsáry, Alexander: Species novae vel minus cognitae generis Synagris Latr. p. 503—508.
Montandon: Espéces nouvelles ou peu connues du genre Belostoma appartenant aux collections du Musée National Hongrois. p. 359—363.
Petri, Karl: Das Haftorgan von Malthodes spathifer Kiesw. p. 410—412.
Raffray, A.: Voyage de M. L. Biró dans les possessions allemandes de la Nouvelle-Guinée. Psélaphides. Descriptions d'espèces nouvelles. p. 29—101.
Rátz, Stefan: Un genre nouveau de Fasciolides. p. 413—432.
Rothschild, W. und Hartert, E.: Berichtigung. p. 447—450.
Schenkling, Sigmund: Zwei neue Cleriden des National-Museums zu Budapest nebst Bemerkungen zu schon beschriebenen Arten. p. 396—399.
Spaeth, Franz: Zusammenstellung der bisher von Neu-Guinea bekannt gewordenen Cassiden, mit besonderer Berücksichtigung der Samm-

lungen des Ungarischen National-Museums und des Museo civico von Genua. p. 109—160.

Szépligeti, Viktor: Neue Evaniiden aus der Sammlung des Ungarischen National-Museums. p. 364—395.

— Neue Joppinen aus der Sammlung des Ungarischen National-Museums. p. 477—483.

Im Jahrbuche *„Orvos és Természettudományi Egyesület Közleményei“* (Verhandlungen des Vereins für Natur- und Heilkunde) zu Pozsony; neue Folge, Bd. XV, der ganzen Reihe XXIV. Bd., Jahrg. 1903, erschienene Originalaufsätze:

Pantocsek, J.: Über die Bacillarien des feinen Andesittuffes von Szliács. (Ungarisch.) p. 3—18.

Wildt, A.: Einige Ausflüge in das Gebirge von Anina, Oravicza und und die Umgebung im Komitat Krasso. (Deutsch.) p. 19—50.

Rovara, Fr.: Über die für die Landwirtschaft schädlichen Tiere. (Ungarisch.) p. 51—70.

Antolik, K: Über Klangfiguren gespannter Membranen und Glasplatten. (Deutsch.) p. 71—139.

In den *„Verhandlungen und Mitteilungen des siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt“* Bd. LIII, Jahrgang 1903, sind erschienen (deutsch):

Leonhardt, W.: Verzeichnis der Vögel Schäßburgs nebst biologischen Skizzen. p. 1—80.

Czekelius, D.: Beiträge zur Schmetterlingsfauna Siebenbürgens. p. 81—83.

In der Zeitschrift *„Értesitö az erdélyi Muzeumegylet orvos-természettudományi szakosztályából“* Sitzungsberichte der medizinisch-naturwissenschaftlichen Sektion des siebenbürgischen Museumvereins) erschienen die folgenden Originalaufsätze (in ungarischer Sprache mit deutscher Revue über den Inhalt):

Jahrg. XXVIII, Bd. XXV, 1903.

I. Medizinische Abteilung.

Fabinyi, Rudolf: Über die syphilitische Erkrankung der Gehirnbasis. p. 76—99, Rev. 22—28.

Hevesi, Emerich: Über Sehnentransplantationen, Muskellähmungen und Kontrakturen. Neue Verfahren zur Heilung des Pes valgus und varus. p. 41—75, Rev. 12—21.

Jancsó, Nikolaus: Die Bedeutung der Milz und Venenpunktion für die bakteriologische Diagnose des Typhus abd. p. 112—129, Rev. 35—41.

Konrádi, Danier: Die Lebensdauer von krankheiterregenden Bakterien in Wasser. p. 197—210, Rev. 63—66.

— Der Nachweis von Typhusbazillen im Brunnenwasser. p. 211—219, Rev. 67—68.

Lechner, Karl v.: Über Reflextypen. p. 100—111, Rev. 26—34.

Löte, Josef v.: Zur Kenntnis der experimentellen Hundswut. p. 193—196, Rev. 61—62.

Pataki, Jenő: Beiträge zur Geschichte der Ausbildung ungarischer Ärzte. p. 137—149, Rev. 45—48.

Reinhold, Béla: Über die Molisch-Udránszkysche α Naphtol-Schwefelsäure-Reaktion. p. 220—254, Rev. 69—70.

Veress, Elemér: Über die Reizung des Riechorgans durch direkte Einwirkung riechender Flüssigkeiten. p. 1—40, Rev. 1—11.

— Farbenmischung infolge der chromatischen Abberation des Auges. p. 130—136, Rev. 42—44.

— Bemerkungen über die Natur der im Bereiche des Gesichtsinnes auftretenden Irradiation. p. 257—263, Rev. 71—73.

— Ein Beispiel des Wettstreites der Gesichtsfelder. p. 255—256, Rev. 73.

II. Naturwissenschaftliche Abteilung.

Förster, Ludwig: Über die Eigenschaftsänderungen des Chlors, hervorgerufen durch die Umkehrung der Reihenfolge der bei der Darstellung aufeinander zur Wirkung gelangenden Ingredienzien. p. 1—22, Rev. 1—18.

Kontesveller, Karl: Das Aufnahmevermögen aromatischer Amine für Sauerstoff. p. 23—40, Rev. 19—37.

— Das *O*-Dioxydibenzalacetonnatrium (Lygosin-Natrium) als Alkaloidreagens. p. 41—52, Rev. 38—49.

Orient, Julius: Neuer Bürettenhalter. p. 194—195, Rev. 74—75.

Futó, Michael: Über die anatomisch-physiologischen und systematischen Verhältnisse von Hepatica transsilvanica mit Rücksicht auf Hepatica triloba und Hepatica media. p. 151—170, Rev. 53—54.

Szádeczky, Gyula: Das Rhyolithvorkommen von Nagybáród als die nördliche Fortsetzung des Vlegyásza-Biharer Eruptivstockes. p. 171—193, Rev. 55—69.

— Meine geologischen Exkursionen in Vlegyásza-Bihar-Gebirge. p. 53—78, Rev. 70—73.

Orosz, Andreas: Paläontologische Daten über das Gebiet des Erdélyer Beckens. p. 196—207, Rev. 77.

„A magyar orvosok és természetvizsyálók 1903. szeptember 6—9ig Kolozsvárott tartott XXXII. vándorgyülésének történeti vázlata és munkálatai“ (Geschichtliche Skizze und Arbeiten der in Kolozsvár am 6—9. September 1902 abgehaltenen XXXII. Versammlung der ungarischen Ärzte und Naturforscher) enthält außer dem amtlichen Teile und einer langen Reihe von Auszügen die folgenden Aufsätze (nur in ungarischer Sprache):

Fabinyi, R.: Die Entwicklung der deutschen chemischen Industrie. p. 163—170.

Halaváts, J.: Die geologische Beschaffenheit der Gegend von Hátszeg, Szászváros und Vajda-Hunyad. p. 171.

Borbás, V.: Über den Parallelismus zwischen den Silenaceen und den Gentianaceen. p. 202.

Szádeczky, J.: Unsere Grenzgebirge. p. 222—225.

Istvánffi, Gy. v.: Über den Schutz gegen Pflanzenkrankheiten. p. 225—238.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin.

Gaskugeln.

Anwendungen der mechanischen Wärmetheorie auf kosmologische und meteorologische Probleme.

Von Dr. **R. Emden,**
Privatdozent für Physik und Meteorologie an der Kgl. Technischen Hochschule in München.

Mit 24 Figuren, 12 Diagrammen und 5 Tafeln im Text. [VI u. 498 S.] gr. 8. 1907. In Leinw. geb. n. *M.* 13.—

Untersuchungen über den Bau und die fortschreitende Entwicklung gasförmiger Himmelskörper liegen nur in einigen, z. T. schwer zugänglichen Abhandlungen vor, von denen in erster Linie diejenigen von H. Lane, W. Thomson, G. Darwin und A. Ritter zu erwähnen sind. Verfasser hat diese Untersuchungen neu aufgenommen, von möglichst allgemeinen Gesichtspunkten aus durchgeführt und die erhaltenen Resultate in Form eines kurzen Lehrbuches niedergelegt. Die notwendigen mechanischen Quadraturen sind sehr exakt ausgeführt; dadurch ist ein wertvolles Zahlenmaterial als Grundlage weiterer Forschung gewonnen. Der 2. Teil des Buches behandelt die Anwendungen dieser Untersuchungen auf kosmische Staubmassen, Nebelflecke, die Erde nebst ihrer Atmosphäre und die Sonne. Die Strahlenbrechung in einer kugelförmigen Gasmasse, die durch innere Gravitation zusammengehalten wird, ist eingehend behandelt, was mit Hinblick auf einige neuere Ansichten über die Strahlenbrechung auf der Sonne von besonderer Wichtigkeit sein dürfte.

Diophantische Approximationen.

Eine Einführung in die Zahlentheorie.

Von **Hermann Minkowski.**
o. Professor a. d. Universität Göttingen.

Mit 82 in den Text gedruckten Figuren. [VIII u. 236 S.] gr. 8. 1907. In Leinwand geb. n. *M.* 8.—

Die kleine Vorlesung, die unter dem Titel „Diophantische Approximationen" erscheint, bezweckt eine Metamorphose im Lehrgang der Zahlentheorie. Dieses Gebiet gilt gemeinhin als das verschlossenste im ganzen Umkreis der Mathematik; es schwindet hier der Halt der räumlichen Vorstellung, und es überkommt dadurch manch einen, der einzudringen sucht, befremdend eine Empfindung der Leere vor den großen Theoremen von der Zerlegung der Ideale in Primideale, vom Zusammenhang der Einheiten usw. Der Leser wird in dem Buche insbesondere die genannten Theoreme und damit eine feste Grundlage der Theorie der algebraischen Zahlkörper gewinnen; dabei aber befindet er sich fortgesetzt anschaulichen analytischen und geometrischen Fragestellungen gegenüber, deren Lösungen bisweilen in der Tat nur durch zweckmäßig angelegte Figuren zu erlangen sind.

Das Buch gliedert sich in 6 Abschnitte: 1. Anwendungen eines elementaren Prinzips. 2. Vom Zahlengitter in der Ebene 3. Vom Zahlengitter im Raume. 4. Zur Theorie der algebraischen Zahlen. 5 Zur Theorie der Ideale. 6. Approximationen in imaginären Körpern.

Wenn auch die vom Verfasser angewandten Methoden teilweise, allerdings in viel abstrakterer Darstellung, schon in seinem Buche „Geometrie der Zahlen" berührt worden sind, so dürften doch die meisten Ausführungen dieser Vorlesung als durchaus neu erscheinen. Möge die Vorlesung (die zugleich als Vorläufer der noch ausstehenden Lieferung der Geometrie der Zahlen anzusehen ist) ein frisches Band zur Verknüpfung verschiedenartiger mathematischer Interessen bilden.

Verlag von B. G. TEUBNER in LEIPZIG und BERLIN.

Festschrift zur Feier des 200. Geburtstages Leonhard Eulers.

Herausgegeben vom

Vorstande der Berliner Mathematischen Gesellschaft.

A. u. d. T.: Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften mit Einschluß ihrer Anwendungen. Begründet von Moritz Cantor. Heft XXV.

[IV u. 137 S.] gr. 8. 1907, geh. n. *M.* 5.—

Zur Feier des 200. Geburtstages Leonhard Eulers hat die Berliner Mathematische Gesellschaft am 15. April d. J. eine Festsitzung veranstaltet, in der drei ihrer Mitglieder vortrugen: Herr Valentin über Eulers Aufenthalt in Berlin, Herr Kneser über Eulers Bedeutung für die Variationsrechnung und Herr F. Kötter über Eulers Untersuchungen auf dem Gebiete des Kreiselproblems und verwandter Gebiete. Die beiden erstgenannten Vorträge gelangen hier zum Abdruck. Hinzugekommen sind noch zwei Abhandlungen: F. Müller, Über bahnbrechende Arbeiten Eulers aus der reinen Mathematik, und E. Lampe, Zur Entstehung der Begriffe der Exponentialfunktion und der logarithmischen Funktion eines komplexen Arguments bei Euler.

Außerdem sind zwei Bildnisse des Baseler Mathematikers beigegeben. Das Titelbild ist eine Reproduktion des von A. Lorgna (1787) verfertigten Portraits, während das andere von Darbes (1782) herrühren soll. Jenes ist wohl am wenigsten bekannt geworden, dieses soll nach dem Ausspruch des älteren Fuss am ähnlichsten sein.

Lehrbuch der Hydrodynamik

von **Horace Lamb,**

Professor der Mathematik an der Viktoria-Universität Manchester.

Deutsche autorisierte Ausgabe

(nach der 3. englischen Auflage)

besorgt von

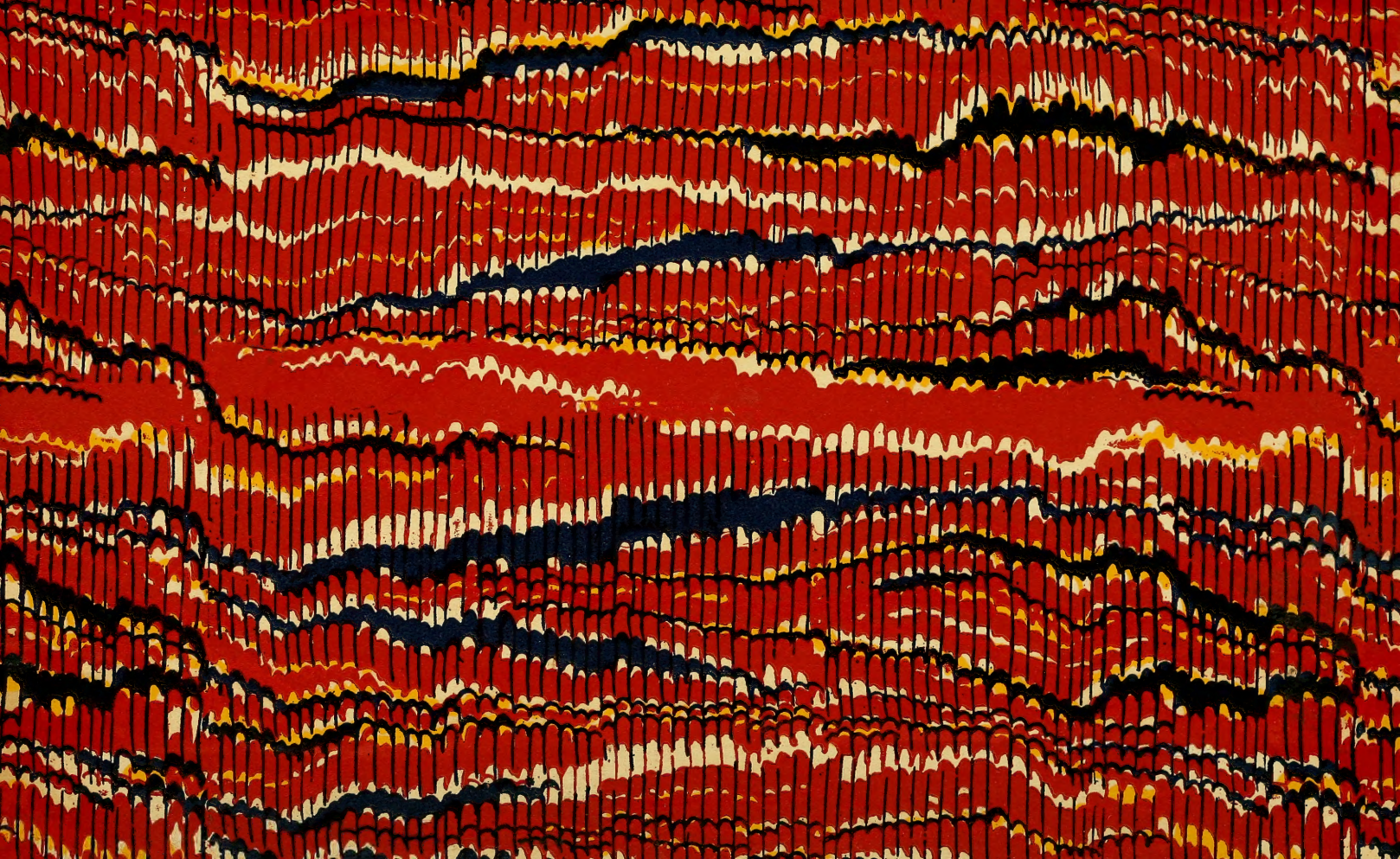
Dr. Johannes Friedel.

Mit 79 Figuren im Text. [XIV u. 788 S.] gr. 8. 1907. In Leinw. geb. n. *M.* 20.—

Es gibt wenige Werke auf dem gesamten Gebiete der mathematischen Physik, die gleichzeitig so viele Vorteile in sich vereinigen, wie die Hydrodynamik von H. Lamb. Dieses Buch besitzt gleichen Wert für den Anfänger, der über die notwendigsten Grundlagen der höheren Mathematik verfügt, wie für denjenigen, der sich mit selbständigen Arbeiten befassen will.

Zur Erleichterung des Verständnisses sind eine große Anzahl numerischer Beispiele, sowie Stromliniendiagramme und andere Figuren eingefügt. In bezug auf Vollständigkeit der Literaturangaben ist wohl das denkbar möglichste erreicht worden; die wesentlichsten Arbeiten des Jahres 1905 sind noch berücksichtigt.

So darf man behaupten, daß die 3. englische Auflage (Januar 1906) in jeder Hinsicht auf einer hohen Stufe der Vollkommenheit steht. Darum ist es selbstverständlich, daß die deutsche Ausgabe sich eng an das Original anschließt, und daß kein Anlaß vorlag, irgendwelche Änderungen oder Zusätze anzubringen.



SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01300 3512